

**Manejo de residuos orgánicos en el Sector turístico comercial “Balneario la Danta” en el  
municipio de Manaure Balcón del Cesar**

**Rosario Díaz Pico**

**María Alejandra Jiménez Angarita**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD**

**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA**

**Ingeniería Ambiental**

**Valledupar - Cesar**

**2020**

**Manejo de residuos orgánicos en el Sector turístico comercial “Balneario la Danta” en el  
municipio de Manaure Balcón del Cesar**

**Rosario Díaz Pico**

**María Alejandra Jiménez Angarita**

**Trabajo de grado - Proyecto aplicado**

**Para optar al título de Ingeniero Ambiental**

**Omar Enrique Trujillo Romero**

**Director**

**Universidad nacional Abierta y a Distancia UNAD**

**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA**

**Ingeniería Ambiental**

**Valledupar - Cesar**

**2020**

## **Agradecimientos**

En primer lugar agradezco a mi Dios que me concedió la fortaleza y sabiduría para seguir adelante en cumplir mis propósitos. Agradecida con mis padres Marina Angarita Prado y Luis Alejandro Jiménez por haberme enseñado y educado con las fortalezas, valores y de ser el pilar que me empujó y motivó en este camino. A toda mi familia, en especial a mi esposo Alexander Villalba Bayona y mi hijo Iham Alexander Villalba por haberme apoyado incondicionalmente con su amor y cariño; son el motor de mi vida, este logro se lo dedico a ustedes.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y a todo el equipo de docentes de la escuela ECAPMA por darme la oportunidad de formarme como profesional. Mis más gratos agradecimientos a mi asesor Omar Enrique Trujillo, por su apoyo y confianza en la realización del proyecto. A mi compañera Rosario Díaz Pico por su responsabilidad, confianza y enseñanzas dejadas en este tramo tan importante en mi vida.

***María Alejandra Jiménez Angrita***

Quiero expresar mis agradecimientos a la UNAD por contribuir con el desarrollo formativo y personal de mi carrera, al ingeniero Omar Enrique Trujillo asesor del proyecto y a María Alejandra Jiménez Angarita por su colaboración permanente y por no desfallecer en este proceso.

De manera especial a la memoria de mis padres, a mi familiares y amigos, que de una forma u otra han sido parte fundamental de este proceso formativo y crecimiento personal a lo largo de mi vida.

***Rosario Díaz Pico***

## **Resumen**

El manejo que hacen las comunidades a los residuos sólidos orgánicos es de gran relevancia, teniendo en cuenta que estos constituyen más del 60% del total generado en el mundo, convirtiéndose en uno de los factores más importantes en la lucha contra el cambio climático, por ser una fuente generadora de Gases Efecto Invernadero (GEI). Por consiguiente, el objetivo principal de este trabajo es establecer una alternativa para el manejo de residuos sólidos orgánicos a partir del proceso de lombricompostaje, en el sector turístico “Balneario la Danta” del río Manaure en el municipio de Manaure Balcón del Cesar. Para esto se tuvo en cuenta la metodología de tipo experimental, mediante uso de recursos manuales y tecnológicos, con un enfoque cuantitativo; que permitió la previa documentación técnica, caracterización, Implementación y seguimiento de la alternativa propuesta; la evaluación de las mejores condiciones de operatividad del proceso de lombricultura, teniendo en cuenta parámetros claves como la Humedad, Temperatura, pH y suministro alimenticio, necesarios para la obtención del bioabono, que posteriormente condujeron al análisis de laboratorio especializado bajo la metodología descrita por la Norma Técnica Colombiana NTC 5167 del 2011, determinando las características y composición fisicoquímica del humus de lombriz obtenido, en el cumplimiento de los requisitos normativos, como uno de los abonos orgánicos más favorables para la fertilidad del suelo; permitiendo así, el acercamiento con la comunidad y la promoción de la lombricultura como una práctica biotecnológica sostenible, eficiente y amigable con el medio ambiente, abordando de manera estratégica la educación y sensibilización ambiental, en respuesta a la falta de conocimiento y necesidad de la población en la conservación y preservación de los recursos naturales en la región.

**Palabras Claves:** Aprovechamiento, lombricultura, manejo, residuos orgánicos, sostenibilidad.

## **Abstract**

The management that communities make to organic solid waste is of great relevance, taking into account that these constitute more than 60% of the total generated in the world, becoming one of the most important factors in the fight against climate change, for be a source of Greenhouse Gases (GHG). Therefore, the main objective of this work is to establish an alternative for the management of organic solid waste from the vermicomposting process, in the “Balneario la Danta” tourism sector of the Manaure river in the municipality of Manaure Balcón of Cesar. For this, the experimental methodology was taken into account, through the use of manual and technological resources, with a quantitative approach; which allowed the previous technical documentation, characterization, implementation and monitoring of the proposed alternative; the evaluation of the best operating conditions of the vermiculture process, taking into account key parameters such as humidity, temperature, pH and food supply, necessary for obtaining the bioabono, which subsequently led to the analysis of a specialized laboratory under the methodology described by the Colombian Technical Standard NTC 5167 of 2011, determining the characteristics and physicochemical composition of the earthworm humus obtained, in compliance with regulatory requirements, as one of the most favorable organic fertilizers for soil fertility; this allowing the rapprochement with the community and the promotion of vermiculture as a sustainable, efficient and environmentally friendly biotechnological practice, strategically addressing environmental education and awareness, in response to the lack of knowledge and need of the population in the conservation and preservation of natural resources in the region.

**Keywords:** Management, organic waste, sustainable, utilization, vermiculture.

## Indice General

Indice de tablas .....	I
Indice de gráficos .....	II
Índice de figuras .....	III
Indice de imágenes .....	IV
Listado de siglas, acronimos y abreviaturas .....	V
Introduccion .....	VI
1. Planteamiento del problema.....	1
2. Justificación .....	3
3. Objetivos .....	4
3.1. General .....	4
3.2. Específicos .....	4
4. Antecedentes de estudio.....	5
5. Marco teórico .....	11
5.1. Los Residuos Sólidos Orgánicos y su Clasificación.....	12
5.2. Disposición de residuos sólidos orgánicos en Colombia .....	12
5.3. La Lombricultura .....	13
5.3.1. Función ecológica de la lombriz .....	14
5.3.2. Densidad poblacional de lombrices .....	14
5.3.3. Procesos de degradación. ....	15
5.3.4. Lombriz roja californiana ( <i>eisenia foetida</i> ) .....	16
5.3.4.1. Reproducción .....	17
5.3.4.2. Requerimientos para el lombricompostaje.....	18
5.3.4.3. Alimentación de la lombriz.....	19

5.3.5.	Lixiviados .....	20
5.3.6.	Infraestructura para un lombricultivo .....	20
5.3.7.	Manejo de las camas .....	21
5.3.7.1.	Trabajos periódicos .....	22
5.3.8.	Extracción del lombricompost .....	23
5.3.9.	El Humus .....	23
5.3.10.	Propiedades del Lombricompost: .....	24
6.	Marco legal .....	25
7.	Marco metodológico .....	28
7.1.	Balneario la Danta.....	28
7.2.	Entorno del Área de Estudio .....	29
7.2.1.	Ubicación y población .....	29
7.2.2.	Geografía: .....	30
7.2.3.	Hidrografía .....	30
7.2.4.	Climatología.....	31
7.3.	Tipo de investigación.....	31
7.3.1.	Medios Utilizados .....	32
7.4.	FASE I: Línea base enfocado en el manejo y disposición de residuos orgánicos en el Sector Balneario la Danta.....	32
7.5.	FASE II: Implementación de la alternativa para el manejo y aprovechamiento de residuos Sólidos orgánicos mediante un Sistema de transformación en abono a partir de la Lombricultura.....	36
7.6.	FASE III: Evaluación las mejores condiciones de operatividad del proceso de Lombricompostaje.....	38
7.7.	FASE IV. Implementar Jornadas de Educación Ambiental.....	40
8.	Resultados _ Etapa operacional .....	41

8.1.	FASE I: Línea base enfocado en el manejo y disposición de residuos orgánicos en el Sector Balneario la Danta.....	41
8.1.1.	La Encuesta como método de Recolección de datos .....	42
8.1.1.1.	Resultados de la Encuesta.....	44
8.1.2.	Generación de residuos en el municipio de Manaure Balcón del Cesar.....	50
8.1.2.3.	Producción de residuos Sector balneario la Danta .....	53
8.2.	FASE II: Implementación de la alternativa para el manejo y aprovechamiento de residuos Sólidos orgánicos mediante un Sistema de transformación en abono a partir de la Lombricultura.....	56
8.2.1.	Selección del lugar para el establecimiento de lombricultivo .....	58
8.2.2.	Diseño de las camas o Literas y acondicionamiento del lugar .....	59
8.2.3.	Proceso de construcción de la Infraestructura .....	61
8.2.4.	Diagrama del proceso de Lombricompostaje _ Balneario Sector la Danta .....	63
8.2.5.	Cálculos para el Establecimiento de pie de cría <i>Eisenia Fetida</i> .....	64
8.2.6.	Inoculación de la Lombriz ( <i>Eisenia foetida</i> ) a las camas .....	66
8.2.7.	Alimentación y seguimiento del Lombricultivo .....	68
8.2.8.	Cosecha de Humus y lombrices .....	70
8.3.	FASE III: Evaluación las mejores condiciones de operatividad del proceso de Lombricompostaje.....	70
8.3.1.	Las condiciones necesarias para la cría y manejo de lombrices, es decir el seguimiento del proceso a través de la Bitácora. ....	70
8.3.1.1.	Comportamiento de las lombrices durante el proceso .....	75
8.3.2.	El análisis de laboratorio realizado al bio abono o humus de lombriz, como parte de la caracterización fisicoquímica del producto obtenido.....	78
8.3.2.1.	Toma de la muestra para el análisis .....	79
8.3.2.2.	Resultados del análisis de Laboratorio .....	80



8.4.	FASE IV. Implementar Jornadas de Educación Ambiental.....	84
9.	Conclusiones .....	88
10.	Recomendaciones .....	93
	Bibliografía.....	94
	Anexos.....	98

## Índice de tablas

Tabla 1	Clasificación de los residuos sólidos orgánicos urbanos .....	12
Tabla 2	Parámetros para tener en cuenta en lombricultura. ....	19
Tabla 3	Marco legal.....	25
Tabla 4	Indicadores a tener en cuenta durante el proceso operativo de la cría de lombrices .....	38
Tabla 5	Composición del Humus de Lombriz .....	39
Tabla 6	Diagnostico General a partir de la problemática planteada .....	41
Tabla 7	Identificación de establecimientos comerciales Sector Balneario la Danta.....	43
Tabla 8	Composición de residuos sólidos generados en los Establecimientos objeto de estudio..	54
Tabla 9	Resumen de los residuos orgánicos generados en los establecimientos .....	55
Tabla 10	Especificaciones de las camas o literas .....	61
Tabla 11	Producción de Lombriz .....	64
Tabla 12	Población inicial de Lombrices para implementación del lombricultivo.....	66
Tabla 13	A partir de la bitácora se pudo obtener la siguiente información .....	71
Tabla 14	Cosecha de lombrices y Abono.....	77
Tabla 15	Resultado Análisis de Laboratorio del Lombricompost o humus obtenido .....	80

## Índice de gráficos

Gráfico 1 Actividad de los establecimientos .....	45
Gráfico 2 Residuos Generados .....	46
Gráfico 3 Residuos Clasificados. ....	47
Gráfico 4 Manejo Previo. ....	48
Gráfico 5 Aprovechamiento. ....	48
Gráfico 6 Percepción frente a la Contaminación .....	49
Gráfico 7 Porcentaje promedio de residuos generados a partir de la caracterización .....	55
Gráfico 8 Cantidad de residuos orgánicos con relación al total generado. ....	56
Gráfico 9 Cantidad total de residuos orgánicos recolectados en el mes. ....	72
Gráfico 10. Promedio de residuos recolectados y suministrados mensualmente.....	72
Gráfico 11. Parámetros Evaluados durante el lombricultivo, cama 1. ....	74
Gráfico 12. Parámetros Evaluados durante el lombricultivo, Cama 2 .....	74

## Índice de figuras

Figura 1 Morfología de la lombriz .....	14
Figura 2 Ciclo de vida de la Lombriz Roja Californiana .....	18
Figura 3. Municipio de Manaure Balcón del Cesar .....	29
Figura 4. Metodología Empleada. ....	32
Figura 5. Toneladas habitante día por departamento .....	51
Figura 6. Plano camas para el lombricultivo .....	60
Figura 7. Diagrama proceso de lombricompostaje.....	63
Figura 8. Diagrama del proceso de inoculación de la lombriz.....	67

## Indice de imágenes

Imagen 1 Ubicación cabecera Municipal Manaure Balcón del Cesar .....	30
Imagen 2 Aplicación de encuestas .....	43
Imagen 3. Proceso de caracterización de residuos sólidos generados.....	53
Imagen 4. Ubicación del Lombricultivo. ....	59
Imagen 5. Construcción de la infraestructura.....	62
Imagen 6. Alimentación suministrada a la lombriz.....	69
Imagen 7. Población de lombrices. ....	76
Imagen 8. Jornadas de Socialización y Educación Ambiental.....	87

### **Listado de siglas, acronimos y abreviaturas**

**CONPES:** Consejo Nacional de Política Económica y Social

**DANE:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística

**DNP:** Departamento Nacional de Planeación

**EIA:** Evaluación de Impacto Ambiental

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

**GEI:** Gases de Efecto Invernadero

**ICA:** Instituto Colombiano Agropecuario

**IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

**MO:** Materia Orgánica

**NTC:** Norma Técnica Colombiana

**ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible

**ONU:** Organización de Naciones Unidas

**OPS:** Organización Panamericana de la Salud

**PGIRS:** Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos

**PNUD:** Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo

**RESPEL:** Residuos Peligrosos

**RSD:** Residuos Sólidos Domiciliarios

**RSO:** Residuos Sólidos Orgánicos

**RSU:** Residuos Sólidos Urbanos

**SSPD:** Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

## Introduccion

Los diferentes países han establecido estrategias dentro de sus políticas de gobierno para disminuir los impactos negativos al medio ambiente, como resultado de actividades antrópicas, tales como la generación y manejo inadecuado de residuos sólidos orgánicos; en concordancia con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS, el cual insta a la comunidad mundial a “Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos” (ODS- 13). La búsqueda de soluciones que permitan la recuperación y el aprovechamiento de los desechos y subproductos orgánicos constituye una necesidad latente para un adecuado desarrollo biotecnológico que permita salvaguarda el medio ambiente; conllevando así, al auge de iniciativas técnicas de compostaje y lombricultura, las cuales convierten los residuos orgánicos en productos de alto valor ecológico y económico, contribuyendo a la conservación del suelo. Además, desde el punto de vista económico es una biotecnología rentable que aporta beneficios.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede definir la lombricultura como una biotecnología que permite emplear especies como la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) para transformar residuos orgánicos, biodegradables en humus, además de otros beneficios, lo cual ha llamado la atención de diversos simpatizantes gracias a los productos obtenidos y los bajos costos operativos.

En este contexto, el proyecto “*Manejo de residuos orgánicos en el sector turístico comercial balneario la danta en el municipio de Manaure balcón del Cesar*”, permitió establecer una alternativa para el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a partir del proceso de lombricompostaje, en el sector turístico “Balneario la Danta” del rio Manaure en el municipio de Manaure Balcón del cesar; mediante la aplicación de una metodología de tipo experimental con un enfoque cuantitativo.

El proceso fue desarrollado en 4 Fases distribuidas de la siguiente manera: una primera fase que permitió realizar una línea base enfocado en el manejo y disposición de residuos orgánicos en el Sector Balneario la Danta, mediante el reconocimiento del sector, la documentación técnica y normativa, además de un acercamiento con la comunidad, la identificación de los establecimientos y población de estudio que involucra técnicas de investigación como la aplicación de encuestas, la tipificación y cuantificación los residuos generados, teniendo en cuenta que es un sector muy visitado debido a la actividad turística que allí se desarrolla y que potencialmente puede afectar negativamente los recursos naturales involucrados, en este caso específico, el río Manaure.

Con relación a lo anterior, una segunda fase que busco la implementación de la alternativa para el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante un sistema de transformación en abono a partir de la lombricultura. Proceso en el cual se llevaron a cabo tareas de recolección y transporte periódico de los residuos generados después de una previa clasificación en la fuente, al sitio establecido; donde se llevó a cabo el registro y seguimiento del proceso de lombricompostaje bajo las condiciones técnicas de infraestructura y operación debidamente documentadas. Una tercera fase que finalizo con la evaluación de las mejores condiciones de operatividad del proceso, en las cuales se tuvieron en cuenta parámetros tales como Humedad, temperatura, pH y luz, entre otros; importantes para el desarrollo adecuado y la obtención del lombricompost. Este último, fue valorado posteriormente en un laboratorio certificado, bajo la Norma Técnica Colombiana NTC 5167 del 2011, la cual establece los parámetros fisicoquímicos de los productos para la industria agrícola, productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo.



Simultáneamente se llevó a cabo una Fase 4 cuyo objetivo fue implementación de jornadas de educación ambiental con la comunidad como parte fundamental del manejo adecuado de residuos y la viabilidad de las técnicas de aprovechamiento abordada.

En este sentido, este proyecto está estrechamente relacionado con la línea de investigación de *Gestión y Manejo Ambiental* de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente – ECAPMA -UNAD, cuyos objetivos están basados en proponer programas y/o alternativas técnicas y de gestión para contribuir a solucionar problemas ambientales y sanitarios en las diferentes regiones que integran el país, a partir del manejo de la contaminación de los recursos hídrico, atmosférico y del suelo, que de manera concreta minimicen el nivel de, alteración del ambiente y permitan la rehabilitación y recuperación ecológica, a partir de estudios experimentales, a fin de garantizar la provisión de bienes y servicios ambientales a la población colombiana. Por otra parte, se justifica de manera académica, científica y social, toda vez aborda de manera intrínseca una necesidad global: la sostenibilidad ambiental en la lucha contra el cambio climático.

Finalmente, a pesar de que se dificultó la cuantificación exacta de los residuos orgánicos generados en el sector, debido a la población flotante ligada a la actividad turística, los vacíos de información y la renuencia en parte de la comunidad por estos temas. Se logro establecer que se generación de aproximadamente 12,97 Ton/año de residuos sólidos provenientes de la actividad turística comercial realizada en el sector Balneario la Danta de los cuales 9,7 Ton/año (74,5%) equivalen a residuos sólidos orgánicos potencialmente aprovechables a través de la lombricultura. De tal manera que este trabajo, permitió brindar las herramientas técnicas y operativas necesarias para la adopción de la lombricultura como una alternativa agroecología sostenible en respuesta a

la problemática del manejo inadecuado de residuos sólidos en el municipio, principalmente en sectores tan importantes como la zona turística en la rivera del río Manaure.

## **1. Planteamiento del problema**

Sáenz, Urdaneta & A. (2014), señalan que el incremento anual promedio de la producción de residuos sólidos se ha estimado está entre 3,2 a 4,5% para los países desarrollados y entre 2 a 3% para los países en vía de desarrollo (Dong y col, 2001). Esta situación representa una preocupación grande debido a que las políticas mundiales para combatir el cambio climático son un compromiso que debe ser asumido por los gobiernos. Por consiguiente, en la Cumbre de la Tierra realizada en 1992 por la ONU en Río de Janeiro, se formularon cuatro áreas de programas relacionadas con los residuos: (a) reducción al mínimo de los residuos, (b) aumento al máximo de la reutilización y reciclado ecológico de los residuos, (c) promoción de la eliminación y el tratamiento ecológicamente racional de los residuos y (d) ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de los desechos; con la finalidad de promover el desarrollo sostenible y ecológicamente racional para el siglo XXI en todos los países.

Por su parte, en Colombia el ministerio de medio ambiente a través de la política para la Gestión integral de residuos (1998), promueve a través de su normativa “el máximo aprovechamiento y mínimo de residuos con destino al Relleno Sanitario, con el fin de impedir o minimizar los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente...” Estas políticas ambientales deben ser acogidas de manera nacional regional y local con el fin de garantizar su aplicabilidad en función de un ambiente sano. Sin embargo, los residuos orgánicos equivalen al 61% de los residuos generados en el país y son la mayor fuente de generación de Gases Efecto Invernadero (GEI) cuando son enterrados en los rellenos sanitarios (CONPES 3874, 2016). El reporte de Colombia presentado para la COP 21, responsabiliza al país del 0.46% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global, según datos de 2010, las cuales pueden aumentar cerca del 50% en 2030 si no se toman las medidas pertinentes, teniendo en cuenta que según el informe

Nacional de aprovechamiento para el año 2016 tan solo el porcentaje de residuos sólidos municipales aprovechados fue de 17%. (SSPD, 2017).

Por consiguiente, la generación y manejo de residuos sólidos orgánicos es una problemática creciente que debe ser tratada de manera pertinente, a través de alternativas de aprovechamiento que contribuyan a la minimización de los impactos negativos causados en la salud y el medio ambiente.

En este contexto, el río Manaure es un afluente muy importante en el Municipio De Manaure Balcón del Cesar; este cuenta con un sector turístico denominado “Balneario la Danta” el cual es muy concurrido principalmente los fines de semana por bañistas, turistas y comerciantes que hacen uso del lugar; debido a esto el río se ve amenazado por la generación de residuos Sólidos principalmente orgánicos resultantes de la actividad comercial de restaurantes, estaderos hoteles y en muchas ocasiones de los mismos visitantes que transportan y consumen sus productos sin hacer un manejo responsable de sus residuos, factor que se incrementa al tener en cuenta que dicho caudal se ha visto reducido durante los últimos años a causa las temporadas extensas de verano, las talas de bosques nativos para aprovechamiento de la madera, y la expansión agrícola y pecuaria en la zona media y alta de la microcuenca del río, que además forma parte importante de uno de los ecosistemas estratégicos de la región: la Serranía del Perijá

Teniendo en cuenta lo anterior se pretende establecer una alternativa para el manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos a partir del proceso de lombricompostaje, en el sector turístico “Balneario la Danta” del río Manaure en el municipio de Manaure Balcón del cesar, como una estrategia para contribuir a la reducción de los impactos ambientales causados en el Sector.

## 2. Justificación

Este proyecto es de vital importancia ya que está enfocado en una alternativa para el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos, derivados de la actividad turística y comercial del sector balneario la Danta, en el municipio de Manaure Balcón del Cesar, contribuyendo a la disminución de la presión que causan las actividades antrópicas sobre el medio ambiente; de tal manera que su transformación en abono mediante el lombricompostaje, permite su reincorporación al sistema, aportando nutrientes al suelo ayudando a su recuperación y contribuyendo a la disminución en el uso de compuestos agroquímicos. Por otra parte, mediante la gestión adecuada los residuos sólidos se disminuyen de manera eficiente la cantidad destinada al relleno sanitario; esto sin duda permite el aumento de la vida útil de los mismos y se incentiva por medio de la educación ambiental a las comunidades a la construcción de una cultura consiente a los cambios climáticos y en especial a la creación de modelos de una agricultura ecológica.

Desde la fase experimental, se puede indicar que la utilización de la lombricultura es una estrategia de manejo que permite el efectivo aprovechamiento de los residuos orgánicos, generando una sostenibilidad ambiental mediante factores técnicos, económicos, sociales y ambientales, que implica el desarrollo adecuado del proceso, para la transformación de los residuos sólidos orgánicos y la obtención de bioabono y otros derivados. Adicionalmente, la evaluación fisicoquímica de los parámetros determinados por la Norma NTC 5167 de 2011, permiten evidenciar la calidad del bioabono a partir de la materia prima y las condiciones operativas empleadas.

Finalmente, se aborda la pertinencia desde el ámbito académico, científico y social ya que se enmarca en los objetivos de la línea de investigación de *Gestión y Manejo Ambiental* de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente - ECAPMA de la UNAD.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. General**

Establecer una alternativa para el manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos a partir del proceso de lombricompostaje, en el sector turístico “Balneario la Danta” del río Manaure en el municipio de Manaure Balcón del Cesar

#### **3.2. Específicos**

- Realizar una línea base enfocado en el manejo y disposición de residuos orgánicos en el Sector Balneario la Danta.
- Implementar la Lombricultura como una alternativa sostenible para el manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos generados por la actividad Turística en el Sector Balneario La Danta.
- Evaluar las mejores condiciones de operatividad del proceso de Lombricompostaje en el sector Balneario la Danta.
- Implementar jornadas de educación ambiental con la comunidad en el manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos.

#### **4. Antecedentes de estudio**

La sociedad actual se ha basado en la producción y el consumo excesivo de bienes y servicios cuyo desarrollo ha provocado una presión ambiental a partir de la generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos y su inadecuado manejo, lo cual representa un costo ambiental bastante alto que trae como consecuencia el deterioro de los recursos naturales.

Según Ojeda & Quintero (2008); AIDI \_ IDRC (2006) citados por Sáez, Urdaneta & A., (2014), se considera que “El manejo de los residuos sólidos constituye a nivel mundial un problema para las grandes ciudades, factores como el crecimiento demográfico, la concentración de población en las zonas urbanas, el desarrollo ineficaz del sector industrial y/o empresarial, los cambios en patrones de consumo y las mejoras del nivel de vida, entre otros, han incrementado la generación de residuos sólidos en los pueblos y ciudades”.

Por otra parte, en Colombia el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) a través de la política para la Gestión de residuos sólidos que desde el punto de vista ambiental, indica que este problema está relacionado también con la falta de conciencia ciudadana sobre la relación entre los residuos, el ambiente, la economía familiar y nacional; la ausencia de un marco de apoyo a la introducción de tecnologías limpias y la ausencia del establecimiento de responsabilidad de los sectores productivos en la generación, manejo y disposición de residuos postconsumo.

Teniendo en cuenta lo anterior, según el ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial (2004) en Colombia la generación de residuos sólidos orgánicos en las cuatro grandes ciudades del país (Medellín Bogotá Cali y Barranquilla) se generaron alrededor de 11.275 Ton/día, lo que equivale al (41%) de residuos generados, solo Bogotá genera 6500 ton/día.

Mientras que en las 28 ciudades capitales se generan 5.142 Ton/día (18.7%) y en los 1054 municipios se generan 11.083 ton/ día (40.3%). Por lo cual se concluyó que en Colombia se generan 27.500 toneladas/día de residuos sólidos (1086 municipios 32 departamentos) y de acuerdo con la composición de estos, el 65% son residuos sólidos orgánicos, Sin embargo otros estudios dicen que en Colombia se genera alrededor del 81% de residuos sólidos orgánicos (Jaramillo & Zapata, 2008)

En este contexto, se puede relacionar el estudio realizado por Berriel, et al, (2016), denominado “Generación y Composición de residuos sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe” cuyo objetivo fue analizar la generación de residuos sólidos domésticos (RSD), a efecto de comparar su composición y establecer similitudes y diferencias que inciden en los patrones de generación de RSU en esta región. El análisis y comparación de la composición se realizó (estudio de caso) con base en datos de generación de RSD (kg/hab-d) de las ciudades de Asunción, Paraguay; Ensenada, San Quintín, Vicente Guerrero, Morelia y Zinacantepec, México; Mataucana y Trujillo, Perú; Cartagena, Colombia y Quito, Ecuador. Entre los principales resultados se encontraron variaciones en la generación y composición de los RSD de las ciudades estudiadas y la fracción orgánica continúa siendo predominante; no obstante la heterogeneidad de la composición se ha incrementado, siendo la mayor parte de componentes reciclables. Los análisis de generación en los países de estudio confirman que las viviendas de ALC mantienen una estratificación socioeconómica similar pero que no incide en la composición y cantidad de residuos sólidos producidos.

Según dicho estudio, menciona que para el caso particular de Cartagena Colombia se seleccionaron cinco barrios dentro de la ciudad, correspondientes a los distintos estratos socioeconómicos existentes (1: Bajo-bajo, 2: Bajo, 3: Medio-bajo, 4: Medio, 5: Medio-alto y 6:



Alto) y fueron organizados en tres grupos, teniendo en cuenta que los barrios tuvieran la misma frecuencia de recolección. El tamaño de cada muestra fue de 1000 kg. A partir del análisis de la información recolectada se pudo determinar que en Cartagena de Indias, no se realiza separación en la fuente, todos los residuos tanto orgánicos como inorgánicos se reciben mezclados en bolsas y son recolectados por dos empresas que transportan en camiones compactadores un promedio de 26000 toneladas mensuales hacia el relleno sanitario “Parque Ambiental Loma de los Cocos”, en el cual el 100 % de los residuos ordinarios son depositados sin ningún tipo de tratamiento o aprovechamiento. (Berriel, et al, 2016).

Se muestrearon un total de 960 viviendas y se obtuvo un 77.6 % en promedio de residuos de alimentos, el subproducto valorizable predominante fue el plástico, el cual va de 6.53 % en los estratos 1 y 2 al 11.47 % en los estratos 5 y 6. Se determinó también que el porcentaje de materiales recuperables es mayor conforme mejoran las condiciones socioeconómicas del estrato económico analizado, presentándose el mayor valor en los estratos 5 y 6 (AC y UC 2007).

Sumado a esto, estudios realizados por el Banco Mundial proyecta que la generación de residuos sólidos urbanos RSU en América Latina y el Caribe pasará de los 130 millones de toneladas que se produjeron en el 2012, a 220 millones de toneladas en 2025 (Berriel, et al, 2016). Debido a lo anterior, este estudio reafirma la necesidad de establecer alternativas para el manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos principalmente domésticos ya que Colombia es uno de los países con mayor generación de este tipo de residuos a los cuales no se les da ningún tipo de tratamiento, por consiguiente, esta investigación aporta información importante para la caracterización más precisa de los mismos facilitando la reducción en cuanto a su generación y el correcto manejo.

En respuesta a lo anterior, Colombia ya ha venido implementando emprendimientos que permitan el manejo y aprovechamientos de los residuos sólidos orgánicos, ya que estos por su biodegradabilidad, pueden descomponerse químicamente, debido a la actividad microbiana y de agentes biológicos. La búsqueda de soluciones, que permitan su recuperación y reciclaje, constituye una imperiosa necesidad para el desarrollo de factores de producción más limpia, desarrollo tecnológico y la salvaguarda del medio ambiente. Estas razones, entre otras, determinaron en la última década un auge significativo en la implementación de técnicas de compostaje y lombricultura, que permitieron la conversión de los RSO, en presencia de oxígeno, logrando productos de alto valor ecológico y económico (valor agregado) Es así como lo describe Velásquez, Sánchez & Chávez (2014) en su estudio “Lombricultura como tratamiento de residuos sólidos en Colombia” cuyo objetivo principal fue la realización de una revisión, mediante el cual se analizaron las principales características y aplicaciones asociadas al uso de la lombricultura como proceso de tratamiento de los RSO en Colombia tomando como referencia el periodo de tiempo comprendido entre 2011 y 2014, en donde se analizaron aproximadamente 10 casos en diferentes regiones del país; por lo que se pudo concluir que la lombricultura o vermicompostaje como proceso biotecnológico de degradación y estabilización de materia orgánica, en Colombia ha presentado un significativo desarrollo donde se evidencia el tratamiento de los RSO y el uso aplicativo del humus obtenido en procesos de recuperación de suelos, así como en procesos productivos de agroindustria, representando no solo el desarrollo de tecnologías limpias aplicadas a la producción, sino que además un punto a favor, respecto al aprovechamiento de los RSO.(Velásquez, Sánchez, & Chávez, 2014)

Por otra parte, Muñoz, Dorado & Pérez (2015) realizaron una investigación referente al aprovechamiento residuos orgánicos generados en el municipio de Totoró por medio de la

producción y evaluación del proceso de compostaje y lombricompostaje y la evaluación de la calidad del producto final, considerados como un método limpio y sostenible, denominado “Sistema de compostaje y lombricompostaje aplicado en residuos orgánicos de una Galería Municipal” En este sistema se implementaron la compostación en cajones donde se evaluó periódicamente mediante la toma de muestras diferentes parámetros fisicoquímicos, lo cual permitió conocer las condiciones operativas del proceso de lombricultura y la composición del producto terminado, es decir el abono. Esto es de suma importancia para el presente trabajo ya que representa uno de los objetivos específicos del mismo lo cual permite evaluar de manera comparativa los resultados hallados y enfatizar en las condiciones técnicas naturales a tener en cuenta para el manejo de la lombricultura; razón por la cual dicho estudio es de suma importancia en cuanto al aporte investigativo que representa para el adecuado manejo operacional de un sistema de lombricultivo o vermicompostaje.

En el ámbito local, Según el Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos – 2017, el Departamento del Cesar es uno de los departamentos cuya generación de residuos sólidos supera los 0.85 kg/hab/día. Lo cual puede ser el resultado de factores como la población flotante por el turismo o la cantidad de municipios atendidos por los sitios de disposición final presentes en el departamento (SSPD, 2018).

Sumado a esto, el departamento del Cesar ha sido poco explorado en el tema de manejo de residuos sólidos orgánicos, por lo cual se conocen pocos casos como los implementados por la Fundación Mima en el Corregimiento de Boquerón el cual surge como una iniciativa de emprendimiento comunitario en respuesta la necesidad de la minimización de residuos sólidos generados en el Corregimiento de boquerón ya que a la fecha existían aproximadamente 16 botaderos de basura a Cielo Abierto. Las empresas mineras Drummond, Grupo Prodeco y CRN,

de la mano de la Fundación MIMA, en aras de solucionar de manera participativa y sostenible el problema de recolección de basuras en esta región cofinancian inicialmente el programa como una forma de compensar socialmente las actividades de minería realizadas en la zona. El parque Agroecológico “Boquerón Recicla”, cuenta con un sistema de lombricultivo de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).

Por consiguiente, surge la necesidad de establecer nuevas alternativas locales que promuevan la Sostenibilidad ambiental a través de la minimización de los impactos generados por los residuos orgánicos que son dispuestos a cielo abierto o que se llevan directamente a los sitios de disposición final (rellenos Sanitarios) sin tener presente los impactos ambientales económicos y sociales que esto representa.

## 5. Marco teórico

En la presente capítulo se abordan las condiciones técnicas para el proceso de transformación de residuos sólidos orgánicos en abono mediante el método de lombricompostaje teniendo en cuenta los factores influyentes en sus diferentes fases.

En este sentido, es importante tener presente la definición de residuo que hace el Ministerio de Medio Ambiente a través del decreto 0838 de 2005, como cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible al aprovechamiento o transformación de un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos aquellas provenientes del barrido de área públicas.

Del mismo modo, indica que los residuos sólidos varían en la clasificación de acuerdo con las fuentes de producción o a diferentes caracteres clasificatorios. Según su composición se dividen en:

- **Según su composición**

- ✓ **Residuo orgánico.** Engloba todo desecho de origen biológico (desecho orgánico), que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, etc.

- ✓ **Residuo inorgánico.** Es todo desecho sin origen biológico, de índole industrial o de algún otro proceso artificial, por ejemplo: plásticos, telas sintéticas, etc.

## 5.1. Los Residuos Sólidos Orgánicos y su Clasificación

Tabla 1

*Clasificación de los residuos sólidos orgánicos urbanos*

Residuos	Origen
Barrido de calles	Provenientes de barridos de calles, a través del servicio de aseo y la recolección.
Institucionales	Instituciones públicas, privadas, y contenedores.
Mercados	Provenientes de plazas de mercado, centros de abasto y centros de venta de productos alimenticios.
Comerciales	Provenientes de establecimientos comerciales, tales como restaurantes, tiendas y supermercados.
Domiciliarios	Provenientes de los hogares, predominando los restos de frutas, verduras, alimentos preparados y poda de árboles.

**Fuente.** Adaptado de Ministerios de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2017)

## 5.2. Disposición de residuos sólidos orgánicos en Colombia

En Colombia se generan aproximadamente 11,6 millones de toneladas de residuos sólidos al año. De estos, cerca de 40% podrían aprovecharse, pero según la Misión de Crecimiento Verde del Departamento Nacional de Planeación (DNP), solamente se recicla alrededor de 17%.

Además, las autoridades estiman que, si el consumo de los colombianos se mantiene al ritmo vigente, la generación de residuos aumentará 20% en los próximos 10 años. En las ciudades capitales tales como Medellín, Cali, Barranquilla y Bogotá generan un aproximado de 11.275 toneladas/día de residuos sólidos municipales, de los cuales aproximadamente el 41% corresponde a residuos orgánicos (Jaramillo, Henao & Zapata, 2008).

Por su parte, el método más común de disposición final de residuos sólidos en Colombia y el mundo, son los rellenos sanitarios o vertederos. Este proceso a pesar de contar con la normatividad legal vigente y los requisitos técnicos en cuanto a ubicación diseño y funcionamiento (impermeabilización de la base, tratamiento del agua de filtración, disposición y aprovechamiento de los gases de vertedero, etc.), presentan algunas falencias tales como la generación de Gases Efecto Invernadero como el metano (CH<sub>4</sub>) y la generación de lixiviados, debido a los procesos de descomposición de materia orgánica principalmente, sumado a esto, la generación y disposición finales de grandes cantidades de estos residuos orgánicos, limitan y

disminuyen más rápidamente el tiempo de vida útil de los rellenos, lo cual implica, la adopción de nuevos sitios de disposición final.

### **5.3. La Lombricultura**

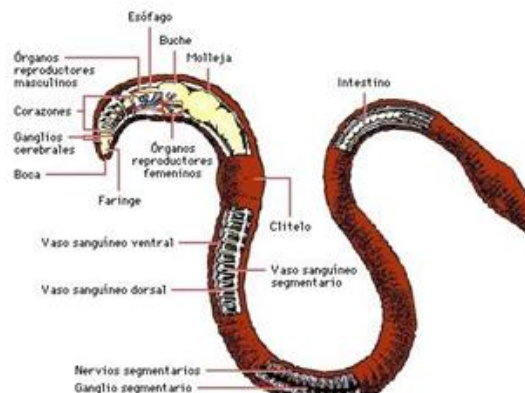
Según Roma et al (2013), la lombricultura es un proceso similar al compostaje donde en adición a las bacterias y otros microorganismos, el sistema digestivo de la lombriz juega un papel importante, transformando los residuos orgánicos en abonos de excelente calidad debido a los microorganismos benéficos que le aporta al suelo. La lombricultura es la utilización de lombrices para compostar residuos orgánicos. Es un proceso aerobio en el que las lombrices, con ayuda de los microorganismos, transforman la materia orgánica en compuestos más simples, este es un producto estable donde se encuentran nutrientes disponibles para las plantas y gran cantidad de microorganismos benéficos que estimulan el desarrollo y la sanidad de los cultivos. Durante el proceso de producción de lombricompost se solubilizan muchos minerales, de manera que quedan disponibles para ser tomados por las plantas.

En este sentido, la lombricultura es una biotecnológica que facilita el aprovechamiento de los residuos orgánicos. Debido a esto constituye una alternativa viable para el manejo ecológico de sistemas agropecuarios, además de generar beneficios económicos mediante la producción de humus y aprovechamiento de la lombriz, con bajos costos operativos, contribuyendo a la disminución de impactos ambientales generados a partir de la disposición adecuada de los residuos sólidos orgánicos, la reducción en el uso de fertilizantes químicos en los cultivos, manteniendo así, la fertilidad natural de los suelos, minimizando la aparición de nuevos botaderos a cielo abierto y prolongando la vida útil de los rellenos sanitarios.

### 5.3.1. Función ecológica de la lombriz

Las especies de lombriz ocupan un papel fundamental en la degradación y mineralización de la materia orgánica del suelo (se les atribuye un 20 % del total) reciclando las hojas muertas y otros materiales orgánicos para convertirlos en nutrientes que pueden utilizar las plantas y árboles; además, en el desplazamiento que realizan remueven la tierra y airean el suelo.

Las lombrices de tierra son de una gran importancia, porque con su actividad cavadora de tierra, participan en la fertilización, aireación y formación del suelo. La lombriz en su estado natural tiene gran participación en la fertilidad del suelo, por su efecto marcado sobre la estructuración de este (turrículos). (Díaz, 2002). *Dentro de las especies de lombrices cultivables y mas eficientes se encuentra la especie Eisenia foetida*, conocida común mente como lombriz roja Californiana.



*Figura 1* Morfología de la lombriz  
Fuente. <http://productosdelombriz.blogspot.com/>.

### 5.3.2. Densidad poblacional de lombrices

Según la Guía de lombricultura de la agencia de Desarrollo económico y comercio exterior del municipio Capital de la Rioja ADEX, documentada por Díaz, (2002), menciona las condiciones



iniciales en las cuales se desarrolla un lombricultivo, son indispensables para regular la densidad poblacional de lombrices.

Por otra parte, Ferruzzi, 1986, citado por Duran & Henriquez (2007), para realizar el control de la densidad poblacional, es necesario tener en cuenta el peso inicial de la biomasa de lombriz por unidad de área de cama, es decir, si se inicia con 5kg de lombrices y están solamente colocadas en un compartimiento con un área de  $2\text{m}^2$ , la densidad poblacional podría llegar a ser de  $2,5\text{kg/m}^2$ . Por consiguiente, es importante no saturar las camas con el pie de cría inicial debido a que la reproducción se realiza de forma lenta, debido a la competencia que se genera por comida y espacio.

### **5.3.3. Procesos de degradación.**

El proceso de degradación y transformación de la materia orgánica aerobia contempla las siguientes fases:

**Fase Mesófila.** Es la primera fase y se caracteriza por la presencia de bacterias y hongos, siendo las primeras quienes inician al proceso por su gran tamaño; ellas se multiplican y consumen los carbohidratos más fácilmente degradables, produciendo un aumento en la temperatura desde la del ambiente a más o menos 40 grados centígrados.

**Fase Termófila o de Higienización:** Cuando el material alcanza temperaturas mayores entre los  $40\text{-}45^\circ\text{C}$ , los microorganismos mesófilos son reemplazados por bacterias filamentosas (actinomicetos) y hongos. Sobre los  $45^\circ\text{C}$  aparecen bacterias termófilas, que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de carbono, como la celulosa y la lignina. Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp.

**Fase de Enfriamiento.** Agotadas las fuentes de carbono (en especial el nitrógeno en el material en compostaje) la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase continúa la degradación de polímeros como la celulosa y aparecen algunos hongos observables a simple vista. Al bajar de 40°C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.

**Fase de Maduración.** Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

#### **5.3.4. Lombriz roja californiana (*eisenia foetida*)**

La lombriz más común para el vermicompostaje o lombricompostaje es la especie *Eisenia foetida* caracterizada por su color rojo púrpura, su cola achatada de color amarillo y su tamaño de entre 8 y 10 cm.

Esta cuenta con características adicionales a las anteriormente mencionadas:

La presencia de clitelo (un anillo más grueso que los otros) indica su madurez sexual.

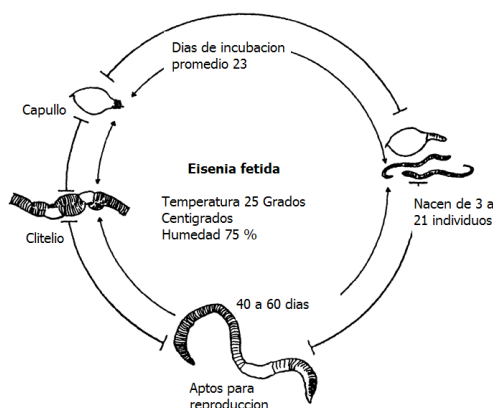
Son muy resistentes a condiciones adversas del medio.

- Consumen aproximadamente su propio peso diariamente.
- Requiere para su alimentación de altas concentraciones de materia orgánica.
- Excretan el 60 % de lo que consumen en forma de lombricompost.

- A las lombrices NO les gusta la luz, es por eso que siempre deben estar en condiciones de poca luz.
- Su aparato respiratorio es primitivo. “Respiran” a través de su piel. No tienen pulmones, por eso es necesario tener un porcentaje de humedad adecuado, entre 70 y 80 %.
- Los sistemas, nervioso, circulatorio y excretor, están repartidos en los diferentes anillos.
- Son ciegas, tienen cerebro, músculos e intestino, 5 corazones y 6 pares de riñones.
- Su capacidad reproductiva es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45-60 días.

#### **5.3.4.1. Reproducción**

El cuerpo de la lombriz parece una cadena formada de anillos, destacándose un anillo más grande, que contiene los órganos reproductivos, denominado clitelo. La lombriz es hermafrodita, es decir que en un mismo individuo tiene los dos sexos, pero para la reproducción se requiere de dos individuos. La fertilización es cruzada, se realiza por la unión de los clitelos de dos lombrices, donde se realiza la cópula, cada 7-10 días. Los dos individuos quedan fecundados y producen huevos, llamados cocones, o capullos. Los huevos tienen forma de limón y apariencia amarilla transparente al inicio, siendo más café a medida que progresa el desarrollo de la lombriz.



*Figura 2* Ciclo de vida de la Lombriz Roja Californiana  
Fuente <http://lombriz-californiana.blogspot.com/2013/09/>

Los capullos son visibles a simple vista. Cada capullo contiene de 2 a 12 lombrices que emergen a los 21 días de ser depositadas. La lombriz recién eclosionada mide 1mm de longitud. Los individuos juveniles inician el periodo reproductivo a los 3-4 meses, cuando pasan a ser adultos y están sexualmente maduros. Para este momento alcanzan más o menos 3 cm. Finalmente a los 7 meses, alcanzan su peso y tamaño final de 1 g y 7-8 cm de largo. Viven en promedio 10 años.

#### **5.3.4.2.      *Requerimientos para el lombricompostaje***

La velocidad de transformación de los residuos orgánicos, así como el normal desarrollo de las etapas del proceso de degradación, requieren garantizar las condiciones necesarias y el control de algunos parámetros específicos, tal como se relacionan la tabla 2.

Tabla 2  
*Parámetros para tener en cuenta en lombricultura.*

Parámetro	Rango
Temperatura	De 10 a 25°C, teniendo cuidado de que no descienda por debajo de 7 °C y no supere los 35°C (Román et al 2013).
Humedad	Entre 70 y 80%, Humedades inferiores pueden dificultar el movimiento de las lombrices en el lombricultivo y muerte debido a la dificultad de obtener el oxígeno del agua; humedades superiores pueden ahogar a las lombrices debido a que ellas respiran por la piel, además de la posible atracción de vectores (moscas).
pH	Entre 6,5 y 7,5. Valores de pH por debajo de 4,5 y por encima de 8,5 pueden causar la muerte del lombricultivo. Es importante verificar el pH del alimento antes de suministrarlo a la lombriz.
Luminosidad	Las lombrices son fotosensibles, por lo tanto se debe mantener el lombricultivo protegido de los rayos directos del sol, ya que condiciones de exposición directa pueden matar a la lombriz
Salinidad	Debe estar por debajo de 0,5 % (Edwards et al 2011). Es importante conocer el origen del alimento del lombricultivo debido a que los residuos pueden contener altos contenidos de sal que pueden afectar el desarrollo de las lombrices.
Contenido de amonio	Se recomienda que el contenido de amonio se mantenga por debajo de 0,5 mg/g (García y Solano, 2005). Una dieta rica en nitrógeno puede causar “gozzo ácido”, también síndrome proteico, enfermedad que puede matar a las lombrices.

Fuente: Adaptado Díaz (2002). Guía de Lombricultura, de la Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior Municipio Capital de Rioja ADEX.

#### **5.3.4.3. Alimentación de la lombriz**

La lombriz roja californiana requiere de altas concentraciones de materia orgánica para alimentarse, pueden consumir prácticamente todos los tipos de materia orgánica, pudiendo ser ésta de origen orgánico vegetal, animal o mixto, fresco o en diferentes estados de descomposición. La lombriz puede llegar a ingerir diariamente su propio peso en alimento, es decir, 1 kilogramo de lombrices puede consumir 1 kilogramo de residuos cada día.

Dentro de los alimentos que se pueden ofrecer a las lombrices tenemos los estiércoles preferiblemente de caballo o vaca, papeles sin tinta (o con tintas ecológicas), cartón sin pintura, frutas, vegetales, cáscara de huevo, poda o corte de pasto, pulpa de café, granos, cereales, residuos de cosecha, paja, etc.

#### **5.3.5. Lixiviados**

Los lixiviados son los líquidos percolados de color marrón oscuro, resultantes del proceso de descomposición de los residuos, los cuales están conformados por una gran cantidad de compuestos químicos cuyas características y concentración varían dependiendo el tipo de residuo degradado y la edad de maduración del lixiviado. En este caso los lixiviados, constituyen el sobrante proveniente de la labor de riego en las camas de lombricultura, este puede ser utilizado como biofertilizante, ya que posee una gran cantidad de microorganismos benéficos. Durante el proceso de lombricultura se recomienda para una mayor efectividad este líquido debe ser reutilizado varias veces para el riego de las camas, hasta obtener una textura un poco espesa y de coloración oscura, es decir hasta que alcance su estado de maduración óptima para ser utilizado como fertilizante posteriormente.

#### **5.3.6. Infraestructura para un lombricultivo**

La documentación técnica para el proceso de construcción y adecuación de la infraestructura para el lombricultivo debe ser preferiblemente en lugares de fácil acceso para las operaciones de riego, distribución de comida y volteo del lombricompuesto. También es indispensable contar con las especificaciones de cada parte del sistema.

En este contexto, la guía de lombricultura de la Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior Municipio Capital de La Rioja ADEX (2002), establece las características óptimas para el proceso de construcción de un lombricultivo de la siguiente manera:

- Camas o lechos: Constituyen el espacio en el que se realiza el proceso de Lombricultura. Se puede fabricar de esterilla, guadua o ladrillo y se estima que debe contar con 1 m de ancho, la longitud se puede adaptar a la disponibilidad del terreno. Generalmente, se emplean módulos de 2 a 3 metros de largo. La altura de la cama más usual es de 40 cm y el espacio óptimo entre estas se estima entre 5 y 50cm.
- Pisos: En el interior de las camas, se recomienda tener piso de cemento, tela plástica, esterilla o algún material que aisle el cultivo del suelo de tal forma que se eviten plagas que puedan afectar el cultivo. Es recomendable emplear un piso con pendiente entre 2 y 5%, lo que permite reducir los riesgos de inundación de la cama.
- Techos: Se recomienda colocar techo para aislar el cultivo de la lluvia directa y contar con sombra que mejora las condiciones de trabajo de la lombriz.
- Cerramiento: Es conveniente cerrar la caseta con polisombra o malla para evitar la entrada de aves y otros depredadores.

#### **5.3.7. Manejo de las camas**

El manejo de camas consiste en principio en alimentar, proporcionar agua y proteger a las lombrices. Una vez que las camas están inoculadas con lombrices, pasará un tiempo de 7 a 15 días para que las lombrices consuman el sustrato dependiendo de la cantidad de alimento y la densidad de la población.

Cuando el sustrato está consumido se observarán grúmulos pequeños siendo ésta la característica principal de que el lecho no tiene comida, teniendo la necesidad de agregar más sustrato. El alimento preparado se coloca a lo largo de las camas (parte media longitudinal de la cama).

#### **5.3.7.1.        *Trabajos periódicos***

Los aspectos más importantes que deben tenerse en cuenta durante el compostaje son: aireación periódica de la pila y riego frecuente para lograr una humedad constante del 65 al 70%.

##### **a) Riego:**

- Por goteo: 3 horas cada 2 días.
- Por aspersión: 2 horas cada 3 días variable de acuerdo con el caudal.
- Con mangueras: 1 riego por semana hasta el final.

##### **b) Remoción:**

- 1 vez por semana

##### **a) c. Controles Sanitarios**

- Ventilación
- Registro de temperatura
- Registro de pH
- Registro de humedad



### **5.3.8. Extracción del lombricompost**

Díaz (2002), señala en la guía de lombricultura de la Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior Municipio Capital de La Rioja ADEX (2002), para el proceso de extracción de lombricompost, se debe en primer lugar reducir la humedad, debe estar cercana al 30%, una vez se ha cosechado el lombricompost es necesario pasarlo por un tamiz o zaranda cuyo tamaño de orificio no sea mayor a 1 cm. El material fino será el producto final, apto para su uso o comercialización. El material grueso puede ser llevado al lombricultivo de nuevo. El contenido de humedad del lombricompost no debe ser inferior al 30 % para garantizar su calidad microbiológica, pues a contenidos más bajos se reduce la supervivencia de los microorganismos benéficos y se vuelve difícil su rehidratación. A contenidos más altos se dificulta su manipulación.

Debe disponerse en empaques que permitan el intercambio gaseoso del lombricompost, sin que se vea favorecida su deshidratación. Debe almacenarse en lugares secos, ventilados, al resguardo del sol, la lluvia y vectores, preferiblemente sobre estibas, para que no quede en contacto directo con el suelo y evitar que igualmente, quede en contacto con paredes o muros, esto con el fin de favorecer la ventilación de los sacos de lombricompost.

### **5.3.9. El Humus**

Se denomina humus de lombriz al producto generado a partir del proceso de lombricompostaje, éste, está constituido por la excreta de la lombriz y su composición y calidad está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz, por lo tanto, un manejo adecuado de los desechos para formular una mezcla bien balanceada producirá una lombricomposta de excelente calidad. Mientras más variado sea el origen de la compostera, mayor valor nutritivo tendrá.

### **5.3.10. Propiedades del Lombricompost:**

El lombricompost se considera un abono 100% natural, enriquecido con nutrientes benéficos para el suelo entre los cuales se encuentra el Nitrógeno, Potasio, Fosforo, Calcio, Magnesio entre otros. Se caracteriza por sus propiedades físicas y químicas las cuales se relacionan a continuación.

#### **Propiedades químicas:**

- Incrementa la eficiencia de la fertilización.
- Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre.
- Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón.
- Inactiva los residuos de nutrientes plaguicidas debido a su capacidad de absorción
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan las plantas

#### **Propiedades Físicas:**

- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y de los suelos sueltos y arenosos, por consiguiente mejora su porosidad.
- Mejora la permeabilidad y ventilación.
- Reduce la erosión del suelo.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad
- Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.

#### **Propiedades Biológicas**

- Es fuente de energía, la cual incentiva la actividad microbiana. Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH, y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.

## 6. Marco legal

Tabla 3  
*Marco legal*

Normatividad residuos sólidos en Colombia		
Ley /Decreto/Resolución y normatividad Técnica	Entidad que promulga	Objeto
Ley 99 de diciembre 22 de 1993.	Congreso de la República de Colombia	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
Ley 142 de 1994.	Congreso de la República de Colombia.	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios donde se incluye el servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones. Por medio del cual se establecen los lineamientos para la adecuada prestación de un servicio de aseo desde su generación, almacenamiento, recolección y transporte, transferencia hasta su disposición final y las prohibiciones y sanciones en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo (Capítulo I del título IV).
Decreto 605 de 1996.	Presidencia de la República de Colombia	Contiene el diagnóstico de la situación de los residuos, los principios específicos (Gestión integrada de residuos sólidos, análisis del ciclo del producto, gestión diferenciada de residuos aprovechables y basuras, responsabilidad, planificación y gradualidad), los objetivos y metas, las estrategias y el plan de acción. Plantea como principio la reducción en el origen, aprovechamiento y valorización, el tratamiento y transformación y la disposición final controlada, cuyo objetivo fundamental es "impedir o minimizar" de la manera más eficiente, los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente que ocasionan los residuos sólidos y peligrosos, y en especial minimizar la cantidad o la peligrosidad de los que llegan a los sitios de disposición final, contribuyendo a la protección ambiental eficaz y al crecimiento económico.
Política Nacional para la gestión Integral de Residuos, 1997.	Ministerio del Medio Ambiente.	por el cual se adopta el Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico- RAS.
Resolución 1096 de 2000.	Ministerio de Desarrollo Económico,	Por la cual se establecen las condiciones para la elaboración, actualización y evaluación de los planes de gestión y resultados.
Resolución 201 de 2001.	Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos
Decreto 1713 de 2002	Presidencia de la República de Colombia.	Por el cual se modifica parcialmente Decreto 1713 de 2002 en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1505 del 4 de junio de 2003.	Presidencia de la República de Colombia	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones
Resolución 1045 del 26 de septiembre de 2003.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	

Decreto 838 de 2005.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos, consideraciones ambientales sobre rellenos sanitarios, fomento a la regionalización de los rellenos sanitarios y se dictan otras disposiciones.
GTC 24: 98-12-16.	Guía para la separación en la fuente.	Establece directrices para realizar la separación de residuos en las diferentes fuentes generadoras: domestica, industrial, comercial, institucional y de servicios con el fin de facilitar su posterior aprovechamiento.
GTC 35: 97-04-16.	Guía para la recolección selectiva de residuos sólidos.	Suministra pautas para efectuar una recolección selectiva como parte fundamental en el proceso que permite mantener la calidad de los materiales aprovechables.
Normatividad para Residuos sólidos Orgánicos		
Decreto 2202 de 1968	Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta la industria y comercio de los abonos o fertilizantes químicos simples, químicos compuestos, orgánicos naturales, orgánicos reforzados, enmiendas y acondicionadores del suelo, y se derogan unas disposiciones.
Resolución 074 de 2002:	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Por la cual se establece el reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaclado, etiquetado, Almacenamiento, certificación, importación y comercialización de productos agropecuarios ecológicos. El prefijo BIO únicamente puede ser utilizado en acondicionadores orgánicos registrados para agricultura ecológica, que involucren microorganismos en su composición.
Resolución ICA No. 00150 del 21 de enero de 2003.	Instituto Colombiano Agropecuario	Por el cual se adopta el reglamento técnico de fertilización y acondicionadores de suelos para Colombia.
NTC 40. 03-03-19.	Fertilizantes y acondicionadores de suelos.	Etiquetado. Establece los requisitos que debe cumplir el etiquetado de los envases y embalajes destinados para fertilizantes y acondicionadores de suelos. Materiales orgánicos usados como fertilizantes y acondicionadores del suelo. Establece requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos orgánicos usados como fertilizantes o como acondicionadores del suelo. Reglamenta los limitantes actuales para el uso de materiales orgánicos, los parámetros fisicoquímicos de los análisis de las muestras de materia orgánica, los límites máximos de metales y enuncia algunos parámetros para los análisis microbiológicos
NTC 5167. 2011-03-31.	Productos para la industria agrícola.	Determinación de carbonatos totales y proporciones aproximadas de carbonatos de calcio y magnesio en calizas y calizas dolomíticas. Establece ensayos.
NTC 2581. 89-06-21.	Abonos o fertilizantes	Derivación de un plan de muestreo para la evaluación de una entrega grande
NTC 3795. 95-08-23.	Fertilizantes sólidos.	Método de ensayo para la determinación cuantitativa del fosforo. Contiene definiciones, requisitos, métodos de ensayo e informe.
NTC 234. 96-11-27.	Abonos o fertilizantes.	Método cuantitativo para la determinación del nitrógeno amoniacal por titulación previo tratamiento con formaldehído. Establece un método cuantitativo para determinar el contenido de nitrógeno amoniacal en abonos o fertilizantes.
NTC 4150. 97-06-25.	Abonos o fertilizantes.	

NTC 4173. 97-06-25.	Fertilizantes sólidos y acondicionadores del suelo.	Ensayo de tamizado. Especifica un método para la determinación, mediante ensayos de tamizado, la distribución del tamaño de partículas de los fertilizantes sólidos y los acondicionadores de suelos. Preparación de muestras para análisis químicos y físicos. Especifica los métodos para la preparación de las muestras o porciones de muestras requeridas para los ensayos químicos o físicos de fertilizantes sólidos. Contiene definiciones, aparatos, rotulado y reporte de preparación de muestra.
NTC 4175. 97-06-25	Fertilizantes sólidos.	Determinación del nitrógeno total. Establece el método para determinar el contenido de nitrógeno total en abonos o fertilizantes. Contiene definiciones y ensayos.
NTC 370. 97-08-27.	Fertilizantes sólidos.	Determinación de la humedad. Del agua libre y del agua total. Establece los métodos para determinar el contenido de humedad, agua libre y agua total en abonos o fertilizantes. Contiene definiciones y ensayos.
NTC 35. 98-03-18.	Fertilizantes sólidos.	
NTC 202. 01-08-01.	Métodos cuantitativos para la determinación de potasio soluble en agua, en abonos o fertilizantes y fuentes de materias para su fabricación.	Establece los métodos cuantitativos para la determinación del potasio soluble en Agua.
NTC 1927. 01-10-31.	Fertilizantes y acondicionadores de suelos.	Definiciones. Clasificación y fuentes de materias primas. Define los términos relacionados con fertilizantes, acondicionadores del suelo, fuentes de materias primas, y sus clasificaciones.

---

Fuente: Elaboración propia 2019.

## **7. Marco metodológico**

En este apartado se describe la metodología a utilizar durante el desarrollo del proyecto teniendo en cuenta cada una de las fases involucradas, partiendo de la caracterización general del lugar.

### **7.1. Balneario la Danta**

Es el Balneario natural la Danta está ubicado sobre las dos márgenes del río Manaure, sobre la salida vía la paramo de sabana rubia. Este sitio tradicionalmente ha tenido mayor afluencia de turismo, está rodeado por sitios turísticos campestres como la Granjita, la Casona y estadero la Danta (razón por la cual el Sector se conoce con este nombre “la Danta”) Cuenta con 2 grandes pozos, el primero ubicado bajo el puente del río Manaure y el otro en el estadero la Danta.

Adicional a esto, se han instalado puntos comerciales (casetas de comidas y bebidas, venta de frutas) sobre la margen del río en este sector. Actualmente se encuentran 6 sitios comerciales fijos y más de 4 casetas ocasionales, adicional a esto los vendedores ambulantes que recorren el sector comerciando sus productos.

Este sector es concurrido principalmente los fines de Semana, ya que la gente realiza diferentes actividades en el lugar, como los famosos paseos de olla y visitas al área Turística Aledaña (estaderos, hoteles y restaurantes)



*Figura 3. Municipio de Manaure Balcón del Cesar*  
 Fuente: Adaptación Goplacit.com (s.f.)

## **7.2. Entorno del Área de Estudio**

### **7.2.1. Ubicación y población**

El Municipio de Manaure Balcón Cesar es uno de los 25 municipios que conforman el departamento del Cesar, Colombia. Limita al norte con el departamento de La Guajira, al sur y al occidente con el municipio de La Paz y al oriente con la República Bolivariana de Venezuela. Es reconocido en la región por la suavidad de su clima. Posee una precipitación anual de 1361 mm. Su cabecera es el pueblo homónimo ubicado en inmediaciones de la cuenca que conforma el río. Actualmente cuenta con una población de 9.968 Habitantes según cifras DANE 2005.

Manaure se encuentra ubicada al Noreste del departamento colombiano del Cesar, en la vertiente occidental de la serranía del Perijá a 775 m.s.n.m. Dista de Valledupar en 34 Km. Las coordenadas geográficas correspondientes a Manaure son: 10°24" N y 73°10" W.



*Imagen 1 Ubicación cabecera Municipal Manaure Balcón del Cesar  
Adaptación Google Earth, 2013*

### 7.2.2. Geografía:

El territorio, montañoso en general está conformado por la Serranía de los Motilones o del Perijá, en donde las altitudes oscilan entre 2800 m.s.n.m en la parte alta y los 360 m.s.n.m en la parte más baja del municipio, en los límites con el Municipio de La Paz.

### 7.2.3. Hidrografía

El río Manaure, es el principal curso hídrico del Municipio. Nace en el Cerro Pintado en la frontera Colombo-venezolana y tras salvaguardar una fuerte pendiente, desemboca en el río Cesar



al occidente. Drenan la cuenca de Manaure una serie de cursos hídricos estacionales denominados arroyos.

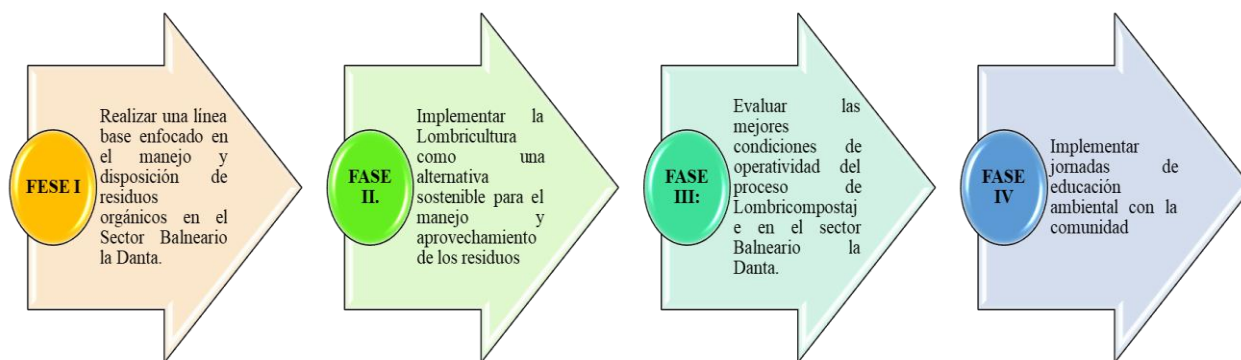
#### **7.2.4. Climatología**

El clima de Manaure es de tipo templado cálido. la temperatura media anual ronda los 24 °C con máximas y mínimas de 18 y 30 °C aproximadamente. Las precipitaciones anuales superan los 1300 mm, con dos períodos muy húmedos: Abr-Jun y Sep-Nov. (Manaure Balcon del Cesar, 2011)

#### **7.3. Tipo de investigación**

El tipo de la investigación propuesta para este trabajo reúne las condiciones metodológicas de un ENFOQUE CUANTITATIVO partiendo de lo particular a lo general. A través del proceso de lombricompostaje y las condiciones operativas del mismo, como una alternativa para el tratamiento de residuos orgánicos putrescibles generados a través de la actividad comercial y turística desarrollada en el Sector “Balneario la Danta” del Municipio de Manaure - Cesar.

La metodología propuesta para el aprovechamiento de los residuos orgánicos se basa en un diseño de tipo experimental, debido a que la aplicación de este permite contribuir con la solución de problemas, con el cual se busca estudiar los efectos que se puedan generar durante el desarrollo de este, teniendo en cuenta el alcance y cumplimiento del objetivo General Planteado la implementación del proyecto se realizará en 4 Fases como se observa en la figura 4.



*Figura 4. Metodología Empleada.*  
Fuente: Elaboración Propia, 2019

### 7.3.1. Medios Utilizados

Los medios utilizados son de carácter manual y Tecnológico, donde se realiza la recopilación de información a través de consultas y Documentación por medio electrónico, antecedente y estudios etc. (Marco conceptual y teórico)

Por lo tanto es necesario el trabajo de campo para la recolección de datos (listas de Chequeo y/o encuestas), el análisis y tratamiento de la información que permita conocer a profundidad la problemática

### 7.4. FASE I: Línea base enfocado en el manejo y disposición de residuos orgánicos en el Sector Balneario la Danta.

Se inicia a partir de la realización de una línea mediante la cual se busca identificar la naturaleza de la problemática planteada, la cual radica en el Inadecuado Manejo y aprovechamiento de Residuos Orgánicos generados por la actividad turística en el Balneario La Danta en el Municipio de Manaure Balcón del Cesar, esto ha venido generando el deterioro de los recursos ambientales circundantes principalmente el componente Hídrico además del agotamiento de la vida útil de los rellenos sanitarios al disponer allí residuos que pueden ser aprovechados.

- Identificar de manera general el Lugar y su entorno (tal como se observa en el apartado anterior)

Para esto es necesario realizar una documentación previa con respecto a la descripción del lugar, es decir su localización geográfica, describir y documentar la actividad que se realiza en el sector objeto de Estudio “Balneario la Danta”, recursos naturales, identificar los establecimientos comerciales presentes en el sector y la población que acude al lugar, documentar de manera general la Gestión de Residuos Sólidos en el sector.

De igual manera se debe realizar una descripción y documentación del entorno es General es decir la Ubicación dentro del área de influencia para este Caso el municipio de Manaure Balcón del Cesar, mencionando aspectos importantes como sus características del territorio geográfico y Social.

- **Reconocer la Normatividad Pertinente**

A partir del reconocimiento del lugar, la actividad turística realizada (uso de recursos naturales) y La gestión de Residuos Sólidos, se debe definir y reconocer la normatividad pertinente que le aplica y el cumplimiento de esta.

- **Realizar un Diagnostico General**

Teniendo en cuenta la problemática planteada como punto de enfoque se caracterizan los residuos Sólidos Generados por la actividad Turística desarrollada haciendo especial énfasis en los residuos orgánicos aprovechables.

Teniendo en cuenta la documentación de la información inicial descriptiva, la identificación de la normatividad aplicable al caso de estudio, se deben planear actividades que permitan la

socialización con la comunidad presente en el sector de estudio, además de la complementación del marco legal.

Para esto es necesario realizar una valoración cuantitativa y cualitativa teniendo en cuenta la aplicación de encuestas, que permitan obtener información precisa para llevar a cabo el desarrollo e implementación de las FASES II y III.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario realizar la caracterización de residuos sólidos por medio de una encuesta de carácter general que busca conocer la producción promedio de los residuos, ya que es difícil establecer un método de muestreo específico debido a que la generación de residuos varía dependiendo de la afluencia de personas y los días en que es visitado el Sector turístico. Mediante la encuesta se abordan preguntas abiertas de respuesta corta y específicas, relacionadas como:

¿A qué tipo de actividad se dedica su establecimiento?

¿Cuáles son los días en la semana en los que más se generan residuos?

¿Con qué Frecuencia le realizan la recolección de residuos?

¿Cerca de su establecimiento hay contenedores específicos para clasificar y depositar los residuos?

¿Qué tipo de residuos genera en su establecimiento con mayor frecuencia?

¿Clasifican de alguna manera los residuos?

¿Cómo eliminan las basuras en el establecimiento?

¿Utiliza algún método para reducir la generación de residuos?

¿Ha recibido información sobre el adecuado manejo de los residuos sólidos? ¿de Quién?

¿Conoce algún método de aprovechamiento de residuos orgánicos?

¿Utiliza algún método de aprovechamiento de residuos orgánicos?

¿Conoce usted si en su municipio existe alguna entidad dedicada al aprovechamiento de residuos orgánicos?

¿Realiza alguna práctica para la conservación y preservación del recurso hídrico en este sector?

¿Considera que su actividad comercial contamina de alguna manera el medio ambiente?

¿Le gustaría que se implementara algún método para el manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos generados?

*(Véase ANEXO A)*

Una vez recopilada la información a través de la encuesta se puede determinar cuántas personas están interesadas en participar en el proyecto, la información que tienen acerca del manejo de residuos sólidos principalmente orgánicos además de permitir conocer variables como:

-Número de establecimientos comerciales en la zona y los servicios que prestan al público, Numero de personas que se encuentran de manera permanente en el Sector, estimación en la afluencia de Visitantes y transeúntes, frecuencia entre otros.

- Caracterización Específica y manejo de los residuos sólidos Generados (Origen, Tipo Clasificación y Disposición, Cantidad en Kg, etc.)

Posteriormente se procederá a realizar un análisis de la información colectada, con el fin de conocer el punto de partida y por otra parte la aceptación de la comunidad con respecto a la propuesta planteada.

### **7.5. FASE II: Implementación de la alternativa para el manejo y aprovechamiento de residuos Sólidos orgánicos mediante un Sistema de transformación en abono a partir de la Lombricultura**

Para esta fase es de suma importancia toda la información documentada en la fase anterior, de tal forma que ésta servirá para estructurar de manera efectiva los procedimientos a seguir para llevar a cabo la implementación de la Fase Experimental u operacional del Proyecto.

En primer lugar, se tiene en cuenta la caracterización diagnóstica realizada y el apoyo documentado a través del marco teórico, cumpliendo con la normatividad pertinente.

A partir de la socialización las jornadas de educación ambiental previa a la comunidad del sector abordaran los pasos a seguir.

- Identificación y adecuación del terreno en el cual se llevará a cabo el Sistema de Lombricultura, teniendo en cuenta los datos obtenidos a partir de la aplicación de la encuesta realizada a la comunidad del sector (cantidad de Residuos orgánicos generados periódicamente). Este deberá estar a una distancia prudente de asentamientos urbanos, cumpliendo con requerimientos técnicos para evitar afectación a la comunidad.

- Se realiza el diseño de 2 camas o lechos para el lombricultivo; estas camas estarán construidas en Concreto con las características necesarias que impida la filtración de líquidos

lixiviados al suelo y el paso de la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*) teniendo en cuenta las especificaciones técnicas necesarias.

- Se realizará una Socialización con la comunidad a fin de suministrar los recipientes en los cuales se deberá realizar la recolección y clasificación de residuos, utilizando para esto recipientes reciclables identificados con bolsas de colores teniendo en cuenta la Guía Técnica de residuos sólidos GTC 24.

- Teniendo en cuenta la información inicial que permite evidenciar la afluencia masiva y mayor actividad comercial los fines de semana se establecerá un sistema de recolección acorde con las necesidades de la siguiente Manera:

- Recolecciones periódicas teniendo en cuenta los días con mayor afluencia (Fines de Semana), la recolección se realizará en el transcurso de la semana teniendo en cuenta los días que la empresa de aseo hace la recolección del aseo municipal con el fin de que aquellos residuos que no sean orgánicos y no sean aprovechados, reciclados o reutilizados por la comunidad puedan ser transportados con normalidad al relleno Sanitario, cumpliendo con la disposición final adecuada.

- La recolección se realizará los fines de semana por parte de las personas encargadas del proyecto y se tendrá en cuenta eventualmente a una persona que realice las recolecciones en los días que sea necesario, esta recolección se realizará en un motocarro contratado dentro en la misma comunidad.

- Posteriormente los residuos deberán ser llevados a un centro de acopio previamente establecido en el terreno seleccionado para implementar el sistema, es cual deberá estar aislado

de condiciones climáticas adversas (lluvias, sol, vientos) o animales y asentamientos urbanos muy próximos, de tal manera que esto no afecte el funcionamiento de este, ni a la comunidad.

- Las camas deberán ser alimentadas según los requerimientos técnicos establecidos en el Marco teórico, teniendo en cuenta la densidad poblacional de la lombriz (*Eisenia fétida*) el área de las camas, la periodicidad y las condiciones tanto de humedad como de temperatura, la entre otras.
- Durante este proceso se llevará a cabo una documentación de los residuos recolectados de manera periódica y la documentación del proceso y transformación (véase Anexo 3), de la materia orgánica a partir del lombricompostaje, con el fin de evaluar la efectividad del sistema, dentro del cual se tendrán en cuenta los parámetros señalados en la tabla 4.

Tabla 4

*Indicadores a tener en cuenta durante el proceso operativo de la cría de lombrices*

INDICADOR	UNIDADES	METODOLOGIA
Frecuencia	Días/semana	Bitácora
Peso suministro	Kg	Peso o balanza
Temperatura	°C	Termómetro de puntilla
Humedad	%	Hidrómetro digital
pH	Und.	peachimetrO
Riego	Veces por semana	
Lixiviados	L	Recipiente graduado

Fuente: Elaboración propia, 2019.

De igual manera se debe tener en cuenta el impacto positivo logrado en la comunidad, durante el tiempo estimado para la operación del proyecto.

### **7.6. FASE III: Evaluación las mejores condiciones de operatividad del proceso de Lombricompostaje**

Es necesario llevar una documentación y registro a lo largo de la implementación del proyecto prestando especial atención en el proceso de transformación de los residuos sólidos orgánicos aprovechados, con el fin de evaluar posteriormente los datos e información recolectada y



establecer la pertinencia de la alternativa de lombricompostaje, a través del análisis de los resultados obtenidos.

Para esto se tiene en cuenta lo siguiente:

Inicialmente las condiciones técnicas establecidas en la Guía de lombricultura de la agencia de Desarrollo económico y comercio exterior del municipio Capital de la Rioja, por Díaz (2002) para el establecimiento del cultivo o lombricomposteras

Una vez documentado el proceso de operación a través de la bitácora de seguimiento (véase anexo C.) se procederá a realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos durante y después del proceso de transformación de los residuos orgánicos a partir de la lombricultura.

Finalmente se procederá a realizar un análisis de laboratorio especializado, a partir de una muestra del producto obtenido (humus de lombriz, o bioabono) con el fin de conocer las características fisicoquímicas del mismo y establecer la comparativa con relación a otros estudios realizados teniendo en cuenta la Norma técnica Colombiana NTC-5167 del 2011.

En este análisis se tendrán en cuenta parámetros importantes como son:

Tabla 5

*Composición del Humus de Lombriz*

PARAMETRO	PORCENTAJE
Nitrógeno	%
Fosforo	%
Potasio	%
Calcio	%
C/N	%
Otros elementos	%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### **7.7. FASE IV. Implementar Jornadas de Educación Ambiental**

Enmarcado en la Política Nacional de Educación Ambiental SINA, el Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Educación Nacional (2002) promueven como uno de los objetivos generales:

Proporcionar instrumentos que permitan abrir espacios para la reflexión crítica, a propósito de la necesidad de avanzar hacia modelos de desarrollo, que incorporen un concepto de sostenibilidad, no solamente natural sino también social y que por supuesto, ubiquen como fortaleza nuestra diversidad cultural, para alcanzar uno de los grandes propósitos de la Educación Ambiental en el país, como es la cualificación de las interacciones: sociedad naturaleza-cultura y la transformación adecuada de nuestras realidades ambientales. (Ministerio de Medio Ambiente; Ministerio de Educación Nacional, 2002, pág. 14)

Se realizarán jornadas de educación ambiental como una actividad en la comunidad, durante la ejecución del proyecto, para lo cual se tendrá en cuenta la planeación a través del cronograma de actividades.

Esta tiene como fin en primera medida la socialización del proyecto con la comunidad involucrada, la clasificación de residuos y la alternativa de aprovechamiento para el manejo adecuado a los residuos sólidos orgánicos generados.

## 8. Resultados \_ Etapa operacional

### 8.1. FASE I: Línea base enfocado en el manejo y disposición de residuos orgánicos en el Sector Balneario la Danta.

Para llevar Línea base enfocado en el manejo y disposición de residuos orgánicos en el Sector Balneario la Danta se realizó un reconocimiento del Sector y un conteo de los establecimientos asentados en la zona de estudio, adicionalmente se identifica la actividad económica predominante en el sector, objeto de estudio y a partir de allí se calcula la generación potencial de residuos orgánicos.

Teniendo en cuenta lo anterior se procede a dar respuesta a los siguientes interrogantes que permitan relacionar de manera general la situación actual

Tabla 6  
*Diagnostico General a partir de la problemática planteada*

Elementos Diagnósticos	¿Qué Sucede?	¿Porque Sucede?	¿A quién le Sucede?	¿Cómo se puede solucionar?
Existencia de la necesidad insatisfecha basada en la problemática planteada	Inadecuado Manejo y aprovechamiento de Residuos Orgánicos generados por la actividad turística en el Balneario La Danta en el Municipio de Manaure Balcón del Cesar Deterioro de los recursos ambientales circundantes, principalmente contaminación del componente Hídrico. Agotamiento de la vida útil de los rellenos sanitarios al disponer allí residuos que pueden ser aprovechados	Actividad Turística en el Sector Balneario la Danta. Ubicación de establecimientos comerciales (Estaderos, restaurantes) en el sector, principalmente sobre la margen del Rio (Balneario La Danta)	Población del Municipio de Manaure Balcón del Cesar, Principalmente comunidad que se beneficia de la actividad turística. Al medio ambiente, deterioro del Rio Manaure y afectación a la población que se beneficia de el en el sector y aguas abajo. Afectación Directa en la Vida útil de los rellenos al disponer allí material potencialmente aprovechable	Mediante un Sistema de Manejo y aprovechamiento de Residuos orgánico para la trasformación en abono a partir del proceso de lombricultura.
	Materia Prima Aprovechable: residuos orgánicos Generados	Gestión inadecuada de residuos Sólidos en el Sector	Comunidad que hace uso del Sector Turístico (comerciantes, turistas, visitantes,	Promover conciencia ambiental a través de la Clasificación y disposición

Disponibilidad de los recursos naturales			transeúntes, entre otros) Principalmente Habitantes del Municipio de Manaure Balcón del Cesar.	adecuada de residuos utilizando como herramienta la educación ambiental. Y estableciendo alternativas sostenibles y amigables con el medio ambiente
Problemática Social y Cultural	Al no Realizar la Gestión Adecuada de los residuos, estos generan una serie de impactos en el medio ambiente. Contaminación del agua por lixiviados, malos olores, contaminación del suelo, contaminación visual etc.	Los residuos orgánicos en ocasiones son dispuestos a cielo abierto a orillas del Rio y en otras ocasiones son recolectados por la empresa de Aseo cuya disposición final es el relleno Sanitario los Corazones en el municipio de Valledupar.	Personas de la Comunidad y el Municipio	
Disponibilidad del Servicio/ o finalidad del proyecto	No hay ninguna entidad u organización que se dedique al manejo y transformación de residuos orgánicos a través del proceso de lombricultura. Vacío ambiental y gubernamental	Falta de capacitación y sensibilización hacia las comunidades, apoyo Técnico	Población Municipal Principalmente comunidad del sector	Transformación de residuos orgánicos en abono a través de alternativas sostenibles (lombricompostaje)

Fuente: Elaboración Propia, 2019.

### 8.1.1. La Encuesta como método de Recolección de datos

Se realizó la caracterización de los residuos sólidos generados en el Sector Balneario la Danta, inicialmente mediante la aplicación de una encuesta como técnica de investigación que permitió el acercamiento con la comunidad y cuyo objetivo fue reconocer la cantidad de establecimientos comerciales, la actividad principal a la cual se dedican y el tipo de residuos sólidos generados, el manejo que se le da y la percepción y conocimientos previos que tiene la población acerca del aprovechamiento de estos. (Véase Anexo A)



*Imagen 2 Aplicación de encuestas*

Fuente: Los Autores, 2019

A partir de este proceso se lograron identificar 10 establecimientos comerciales permanentes (1 Encuesta a cada propietario del establecimiento, según la metodología planteada), apostados en la margen del Rio Manaure, dedicados la preparación y expendio de bebidas y alimentos y otros a la venta de bebidas embotelladas principalmente alcohólicas; los cuales prestan sus servicios a los turistas, visitantes y transeúntes que frecuentan el lugar. Discriminados tal como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7

*Identificación de establecimientos comerciales Sector Balneario la Danta*

No de Establecimientos	Actividad Económica	Tipo de generación de residuos en mayor proporción
6	Preparación y venta de Alimentos (restaurantes) y bebidas	Residuos sólidos orgánicos domésticos, empaques plásticos, envases de vidrio
4	Expendio de Bebidas embotelladas	Envases de Vidrio, Botellas retornables, plásticos

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Dentro de estos establecimientos comerciales se identificaron 6 locales que se dedican a la preparación y venta de alimentos, y bebidas en su mayoría embotelladas (vidrio retornable) los cuales se conocen como restaurantes o casetas de comida, punto importante de estudio ya que son

los que generan mayor cantidad de residuos sólidos orgánicos durante el desarrollo de su actividad.

A partir de la identificación anterior se seleccionaron los establecimientos objeto de estudio (restaurantes) con el fin de realizar la caracterización de los residuos sólidos generados en cada uno de ellos.

Posteriormente se definieron tres establecimientos con mayor generación de residuos y que a su vez estuvieron interesados en participar del proyecto, esto se debe en buena parte a que en aquellos establecimientos se realiza todo el proceso de pelado y limpieza de los ingredientes para la preparación de alimentos (tubérculos, frutas y Hortalizas). Mientras que los otros tres establecimientos son casetas que no cuentan con cocina especial, por lo cual realizan la preparación de alimentos en sus casas y posteriormente los transportan a los sitios de expendio. Por lo cual estos últimos si bien generan residuos orgánicos, estos corresponden a restos de comidas preparadas las cuales no son aptas para la alimentación de las lombrices, y en su mayoría son utilizados para alimentar cerdos u otros animales.

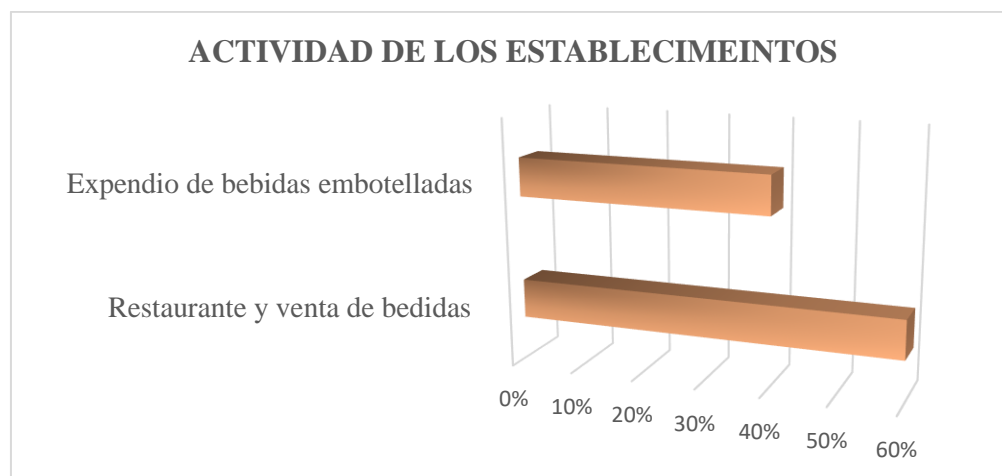
#### **8.1.1.1.        *Resultados de la Encuesta***

Mediante el proceso de recolección de datos, se formuló una encuesta a 10 de los establecimientos comerciales ubicados en el sector de estudio, a continuación se describen algunas de las preguntas más importantes de la encuesta.

#### **¿A qué actividad se dedica su establecimiento?**

Con base a las respuestas de los encuestados el 60% de los establecimientos comerciales se dedica a ofrecer servicios de venta de comidas procesadas (restaurante) y venta de bebidas a los turistas circundantes; el 40% se dedican al expendio de bebidas embotelladas en general

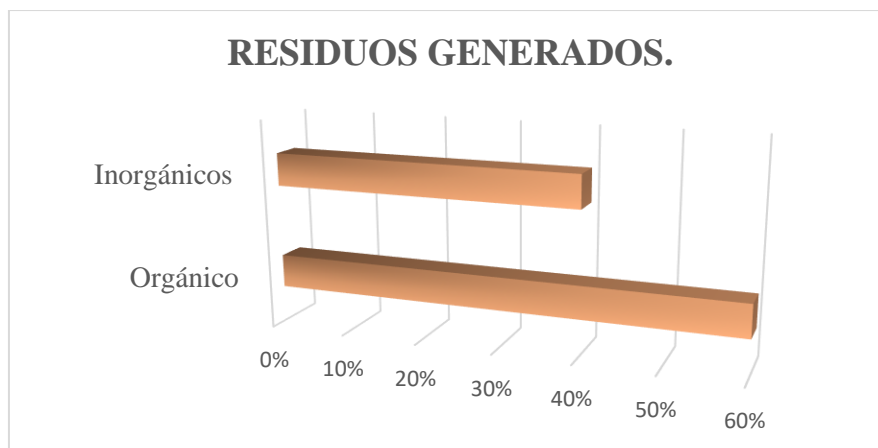
alcohólicas. En visto de esto, la actividad común en el río es la producción y venta de comidas procesadas, lo cual deriva grandes cantidades de residuos de tipo orgánico en esta zona llevando a que sea necesario el inicio de prácticas sostenibles para el manejo de estos residuos.



*Gráfico 1* Actividad de los establecimientos  
Fuente.: Elaboración propia, 2019

### **¿Qué tipo de residuos genera en su establecimiento con mayor frecuencia?**

A partir de la información suministrada (gráfico 1) se muestra que el 60% de la población afirma que en mayores cantidades son generados residuos de tipo orgánico, en su mayoría resultante del proceso de producción de las comidas que son vendidas a los turistas. El 40% de los dueños de establecimientos encuestados indica que en sus locales se genera mayor cantidad de residuos de tipo inorgánico como envases de vidrio, botellas retornables y plásticas debido a que solo se dedican a la venta de bebidas y confitería en general.



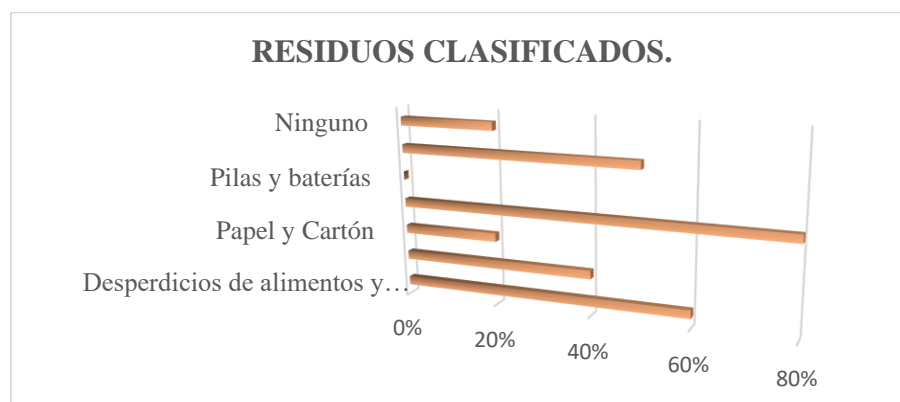
*Gráfico 2 Residuos Generados*  
Fuente Elaboración propia, 2019

### **¿Clasifican de alguna manera los residuos?**

Con base a la encuesta aplicada a los propietarios y/o administradores de los locales comerciales presentes en la zona turística del río Manaure, se encontró que de las 10 personas encuestadas solo 6 clasifican los residuos de origen de desperdicios de alimentos y desechos orgánicos, correspondiente al 60% del valor total; los alimentos procesados que son recolectados por ellos afirman que son recogidos por personas externas para la alimentación y cría de animales. El 40% afirma que clasifica los envases de vidrio que son devueltos a las empresas distribuidoras reutilizados en otras funcionalidades; el 20% declara que especifica los resultantes de papel y cartón para ser vendidos en los puntos de ventas o respectivos recicladores. En 8 de los 10 establecimientos comerciales se encontró que los residuos plásticos son clasificados correspondientes a un 80%, igualmente para ser vendido en los puntos de reciclaje o recolectores de estos; las pilas y baterías no son separadas en ninguno de los locales, mientras que los envases metálicos o de aluminio presentan un porcentaje del 50% con respecto al total de establecimientos que afirman que reciclan este tipo de materiales. Solo en dos establecimientos comerciales, con un porcentaje del 20% con respecto al total indica que no clasifica ninguno de los residuos generados en sus locales. Por lo que a partir de la información se identificó que los



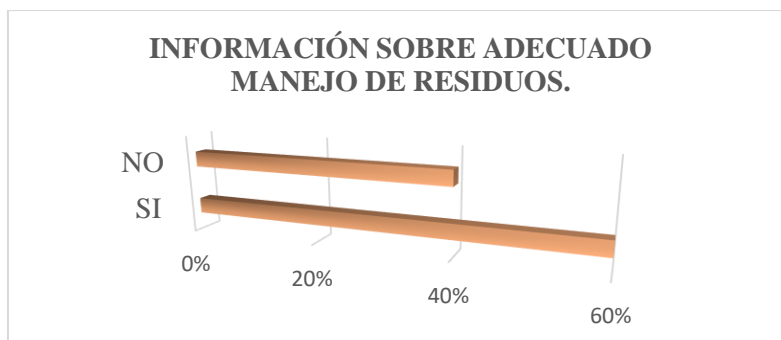
residuos de plástico y orgánico son los de mayor afluencia en la zona de estudio y que es indispensable la aplicación de técnicas de aprovechamiento de estos.



*Gráfico 3 Residuos Clasificados.*  
Fuente: Elaboración propia, 2019

### **¿Ha recibido información sobre el adecuado manejo de los residuos sólidos?**

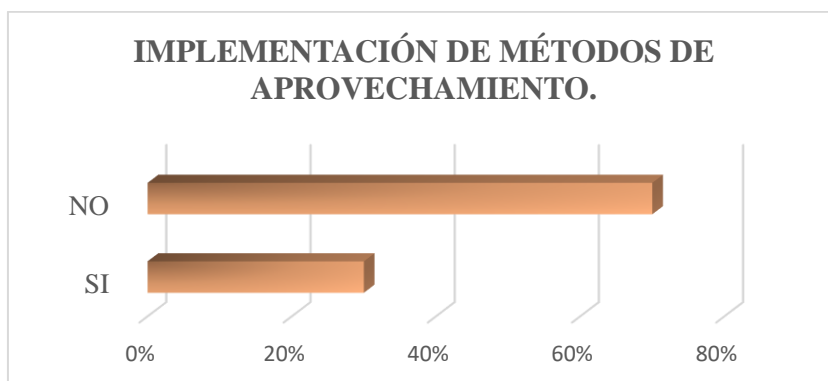
Con base a los resultados recolectados en la encuesta aplicada se afirma que el 60% del total de los encuestados afirma que en algunos momentos si han recibido información sobre un adecuado manejo de los residuos, indicando que ha sido recibida por medio de charlas puerta a puerta por parte de personas del área ambiental de la alcaldía municipal; sin embargo comentan que dichas capacitaciones han sido con poca frecuencia y con corta información al respecto. Por otro lado el 40% de las personas indica que no han recibido ninguna información de alguna entidad o persona con respecto de cómo deben manejar los residuos generados en sus locales comerciales.



*Gráfico 4 Manejo Previo.*  
Fuente: Elaboración propia, 2019

### **¿Utiliza algún método de aprovechamiento de residuos orgánicos?**

El 70% de personas dueñas de los establecimientos que fueron encuestadas, afirma que no utilizan ningún método de aprovechamiento para los residuos generados en sus locales; solo el 30% indica que utiliza el método de compostaje, de manera que recogen los residuos de vegetales y frutas que son trasladados a una cámara de tierra y tapados con hojas secas, luego son dejados allí hasta que el proceso de transformación se genere. El producto es vendido por el dueño del local a las personas que frecuentan el sitio o lo utiliza como abono para las plantas ornamentales que utilizan para decorar el establecimiento.



*Gráfico 5 Aprovechamiento.*  
Fuente: Elaboración propia, 2019

### ¿Considera que su actividad comercial contamina de alguna manera el medio ambiente?

Las personas encuestadas afirman en un 60% que si consideran que su actividad comercial si genera impactos ambientales en la zona de estudio, puesto que consideran que las actividades que surgen del turismo generan contaminación en el ambiente tales como las cantidades de basuras generadas y que son arrojadas al rio o no son desechadas en los contenedores, la tala y quema de árboles para la realización de construcciones de más establecimientos, la extinción de la fauna debido a la presencia de turistas, entre otras actividades que se realizan de manera inconscientes sin medir las consecuencias ambientales. Por otro lado, el 40% de los encuestados comentan que en sus locales no se genera contaminación, debido a que ellos conservan sus zonas limpias de basuras, clasifican los residuos, no arrojan residuos al rio, entro otras razones por las cuales sustentan su respuesta.

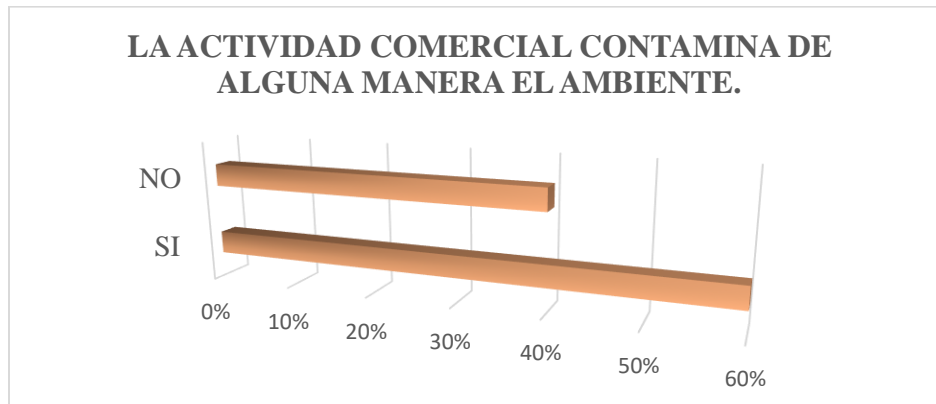


Gráfico 6 Percepción frente a la Contaminación  
Fuente: Elaboración propia, 2019

### ¿Le gustaría que se implementara algún método para el manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos generados?

A partir de la encuesta realizada el 100% de la población indica que si le gustaría que en esta zona se implementara una práctica de aprovechamiento de los residuos que son generados en sus

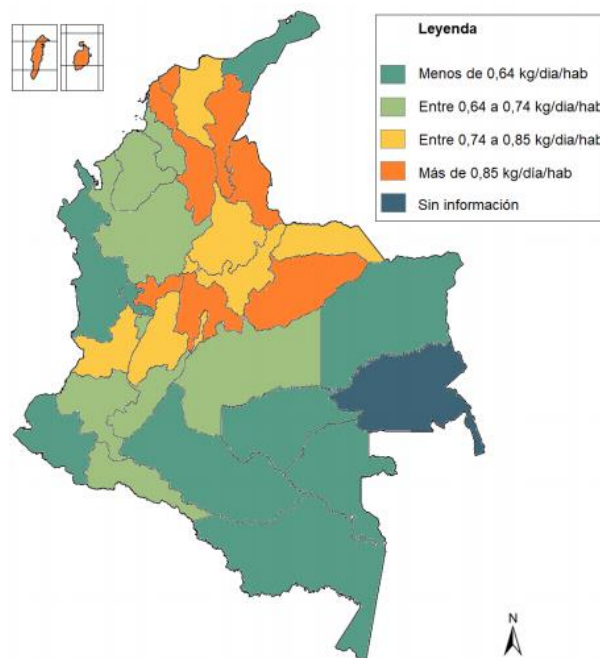
locales, y que de alguna manera afectan la calidad de los recursos ambientales involucrados en los procesos turísticos y al mismo tiempo altera la imagen y presentación de los establecimientos. A partir de ello se llegó a la conclusión que era necesario e importante implementar una técnica de manejo a los residuos generados, como en su mayoría son orgánicos se les comenta en el desarrollo del proyecto de aprovechamiento de estos a través de la técnica de lombricompostaje.

### **8.1.2. Generación de residuos en el municipio de Manaure Balcón del Cesar**

Con el fin de establecer una relación entre los residuos generados en el sector balneario la Danta, se procede a realizar el cálculo promedio de residuos generados en el municipio de Manaure Balcón del Cesar, con base a los datos señalados en el Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos – 2017, (SSPD, 2018), donde se muestra (figura 5) el promedio de los kilogramos por habitante/día a nivel departamental, debido a que actualmente el municipio no cuenta con un promedio de producción per cápita específico de residuos para la población.

Es importante precisar que, según la SSPD (2018), “la población utilizada para realizar los cálculos corresponde a la proyección de la población elaborada por el DANE para el año 2017 de las cabeceras municipales. Donde se establecieron los rangos para agrupar la información de manera homogénea por el método de cuartiles de las estadísticas de la base de datos. Se definieron rangos desde una disposición menor a 0,64 kg/hab/día hasta una de más de 0.85 kg/hab/día”.

### Toneladas habitante día promedio por departamento



*Figura 5.* Toneladas habitante día por departamento

Fuente: SUI, Cálculos SSPD. Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos – 2017 (2018)

Con relación a lo anterior, se puede evidenciar que el Cesar es uno de los departamentos con mayor promedio de generación per cápita de 0.85 kg/hab/día. Por otra parte el Municipio de Manaure Balcón del Cesar no cuenta con información particular que permita calcular la producción per cápita con precisión, la cantidad de residuos sólidos generados sin un estudio a fondo ya que está relacionado directamente con la afluencia de visitantes y/o turistas, la cual es variable y la mayoría de los casos difiere en el tipo de productos ofrecidos al público. Por consiguiente, la actividad comercial Turística y el modo de funcionamiento de los establecimientos identificados y objeto de estudio en el Sector Balneario la Danta es de funcionamiento atípico. Según el Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos – 2017, (SSPD, 2018), indica que los departamentos como **Cesar** entre otros, presentan la mayor

proporción de toneladas dispuestas por habitante, debido precisamente a factores como la población **flotante por el turismo** o la cantidad de municipios atendidos por los sitios de disposición final presentes en el departamento.

Para el cálculo promedio del municipio se utilizan los siguientes datos mediante la fórmula relacionada.

$$DSd = Pob \times ppc$$

9.968 habitantes Municipio de Manaure Balcón del Cesar (población).

Rango entre 0.64 kg/hab/día hasta una de más de 0.85 kg/hab/día (ppc).

- Residuos sólidos que generan los 9.968 habitantes de una ciudad cuya generación por habitante se estimó en 0,85 kg/hab/día.

$$DSd = Pob \times ppc$$

Donde:

DSd: Densidad de residuos Sólidos domiciliarios

Pob: Población

Ppc: Producción per cápita (Kg/Hab/día)

$$DS_d = Pob * ppc = 9.968 \text{ hab} * 0,85 \text{ kg/hab/dia}$$

$$DS_d = 8.472.8 \frac{kg}{dia} = 8.47 \text{ Ton/dia}$$

La producción anual se calcula multiplicando la producción diaria de desechos sólidos por los 365 días del año

$$DS_{anual} = \frac{8.472,8 \text{ kg}}{\text{dia}} * \frac{365 \text{ dias}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ Ton}}{1000\text{kg}} = 3.092,6 \text{ Ton/año}$$

Con relación a lo anterior, es posible realizar un cálculo promedio de generación de residuos sólidos domiciliarios para el Municipio Manaure Balcón del Cesar, el cual equivale a 8,47 Toneladas diarias, cifra que asciende a 3.093 Toneladas en el año. Por su parte, aun cuando no se pueda precisar con exactitud la generación de residuos promedio en el Sector Balneario la Danta.

### **8.1.2.3. Producción de residuos Sector balneario la Danta**

Por consiguiente, para el caso específico del Sector Balneario la Danta fue necesario realizar una caracterización de los residuos, en los establecimientos con mayor actividad, y los cuales expresaron su aceptación al proyecto, con el fin de conocer la composición de residuos generados, el tipo de residuo, y la cantidad (peso en kg) teniendo en cuenta los días de mayor actividad (imagen 3).



*Imagen 3.*Proceso de caracterización de residuos sólidos generados.  
Fuente: De los Autores, 2019

A partir del proceso de Caracterización inicial, se llevó a cabo la clasificación y pesaje de los residuos generados en tres establecimientos comerciales, durante 2 jornadas (Véase Anexo B.) en el Sector Balneario la Danta, cuyos resultados están contenidos en la siguiente tabla.

Tabla 8

*Composición de residuos sólidos generados en los Establecimientos objeto de estudio*

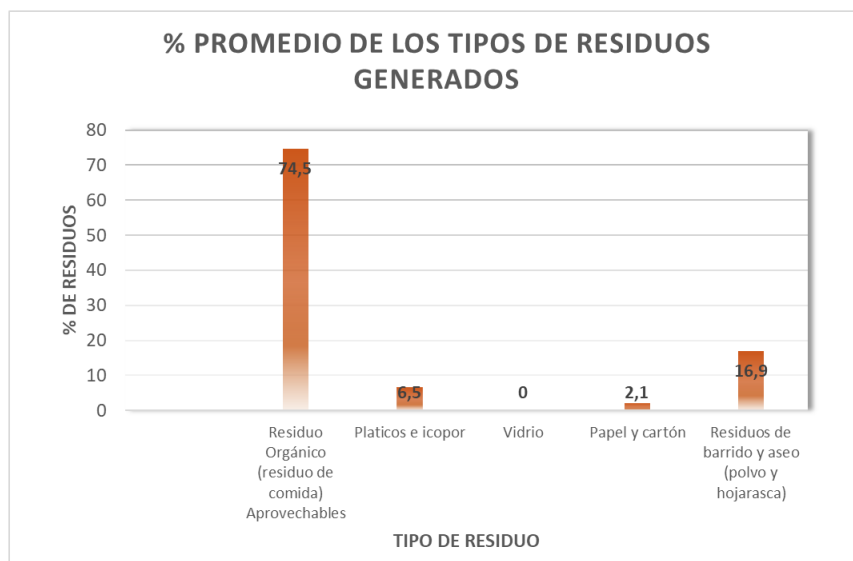
Composición	Establecimiento 1		Establecimiento 2		Establecimiento 3	
	Peso húmedo (kg/día)	%	Peso húmedo (kg)/día	%	Peso húmedo (kg)/día	%
Residuo Orgánico (residuo de comida) Aprovechables	10,5	73,4	7,8	79,6	8,2	71,6
Plásticos e icopor	0,8	5,6	0,5	5,1	1	8,7
Vidrio	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Papel y cartón	0,5	3,5 0	0	0,0	0,25	2,2
Residuos de barrido y aseo (polvo y hojarasca)	2,5	17,5	1,5	15,3	2	17,5
TOTAL	14,3	100%	9,8	100%	11,45	100%

Nota: Establecimiento 1: Restaurante y estadero Escala, Establecimiento 2: Restaurante Palacio de la Muralla, Establecimiento 3: Restaurante y Estadero la Negra

Fuente: Elaboración propia, 2019.

A partir de la información contenida en la Tabla 8, se pudo calcular el porcentaje promedio de residuos orgánicos generados el cual corresponde al 74,5%, equivalente a 26,5 kg Aprovechables para el proceso de lombricompostaje. Del mismo modo se pudo evidenciar que el segundo mayor porcentaje corresponde a los residuos de barrido y aseo (polvo y hojarasca) el cual es de 16.9%, mientras que la generación de plástico, icopor y vidrio tiene porcentajes muy bajos como se puede observar en el gráfico 7; esto se debe principalmente a que en los establecimientos se utilizan platos de porcelana y cubiertos metálicos para suministrar los alimentos. Por su parte la generación de vidrio como residuo es nula ya que el vidrio generado corresponde a los envases de bebidas retornables, que una vez consumido su contenido son recolectados y reemplazados por las empresas encargadas del suministro.





*Gráfico 7 Porcentaje promedio de residuos generados a partir de la caracterización*  
Fuente: los Autores, 2019

En la siguiente tabla se muestra la cantidad (kg) de residuos orgánicos con relación al total generados en los tres establecimientos objeto de la muestra.

Tabla 9  
*Resumen de los residuos orgánicos generados en los establecimientos*

Cantidad Total de Residuos generados durante el día en los establecimientos (kg)	Cantidad Total de Residuos orgánicos generados		Promedio de Generación Diaria (kg) por Establecimiento
	Proporción de Residuos orgánicos generados (kg)	% Total Promedio	
35,55 kg	26,5 kg	74,5 %	8,83 kg

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La generación de aproximadamente 12,97 Ton/año de residuos sólidos provenientes de la actividad turística comercial realizada en el sector Balneario la Danta de los cuales 9,7 Ton/año (74,5%) equivalen a residuos sólidos orgánicos potencialmente aprovechables a través de la lombricultura, es decir que la generación de Residuos orgánicos aprovechables corresponde a 26,5kg diarios (74,5%) de un Total de 35,55Kg generados entre los 3 establecimientos de la muestra, tal como se refleja en la gráfica 8, lo cual indica que en promedio cada establecimiento

genera aproximadamente 8,83 kg de residuos sólidos orgánicos aprovechables a través de la lombricultura.. Sin embargo este promedio puede variar, debido a las condiciones especiales que demanda la actividad Turística Comercial, lo cual está relacionado con eventos, fechas o días de interés particular que supone el aumento de la población flotante que frecuenta el sector. Por otra parte es importante mencionar que si bien hay una proporción de residuos orgánicos no aprovechables (restos de comida) estos no son tenidos en cuenta por no ser aptos para la generación de abono a partir la alternativa propuesta.

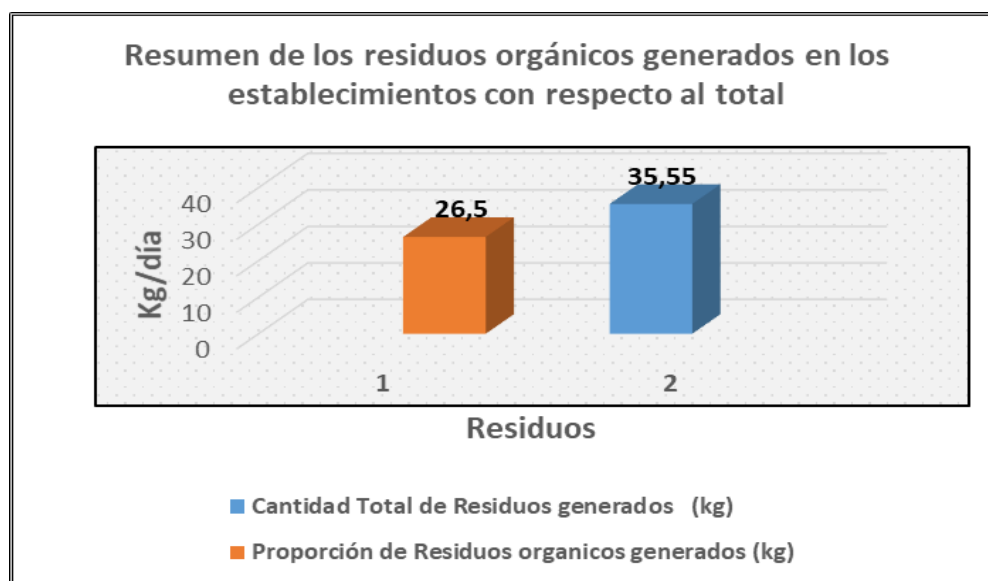


Gráfico 8 Cantidad de residuos orgánicos con relación al total generado.  
Fuente: los Autores, 2019

## **8.2. FASE II: Implementación de la alternativa para el manejo y aprovechamiento de residuos Sólidos orgánicos mediante un Sistema de transformación en abono a partir de la Lombricultura.**

Una vez identificados los puntos de interés a trabajar en el sector se procede a realizar una clasificación de los residuos sólidos orgánicos aptos para el proceso de lombricultura y la generación de abono.

En este punto se tiene en cuenta la caracterización inicial y los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la encuesta, para lo cual se define un sistema de recolección de residuos una vez por semana, los días domingo teniendo en cuenta que los días de mayor actividad son los fines de semana. Según dicha caracterización realizada a partir de la encuesta y una previa recolección en la primera jornada se logra establecer un promedio diario en total para los tres establecimientos de 26,5 Kg de residuos sólidos orgánicos aptos para la elaboración de abono, este valor tiende a variar debido a la afluencia de visitantes.

Inicialmente es necesario orientar al personal involucrado (propietarios de establecimientos) sobre la correcta separación en la fuente y clasificación, de igual manera que dar a conocer el protocolo a seguir para el proceso de recolección, de la siguiente manera:

- Para la recolección periódica de los residuos se le asigna a cada establecimiento un recipiente, reciclado (balde de pintura) y se les da dotación periódica de bolsas plásticas de colores para la separación en la fuente según lo dispuesto en la Norma NTC-GTC 24.
- Se asesora acerca del tipo de material apto para la elaboración del vermicompostaje y dieta alimenticia adecuada de la Lombriz roja californiana como cascaras de frutas, hortalizas y tubérculos para lo cual se debe tener especial cuidado con la separación de restos de alimentos preparados o desperdicio que puedan generar podredumbre a los demás residuos.
- Por otra parte los desechos orgánicos o restos de comida ocasionalmente son aprovechados por la gente para la alimentación de cerdos en la zona.
- Se recomienda que los residuos inorgánicos generados tales como los plásticos y sanitarios deben ser depositados en las canecas de recolección, durante los días asignados para que la

empresa encargada del servicio de aseo les brinde el manejo adecuando, teniendo en cuenta que estos residuos corresponden a empaques de confituras paquetes y empaques de otros alimentos

- Por su parte la clasificación de vidrio corresponde a las botellas o envases retornables de bebidas, azucaradas y alcohólicas que una vez consumidas deben ser regresadas al sitio de expendio.
- Se define la ubicación estratégica del lugar donde se va a construir las lombri-composteras o literas; para esto es necesario tener en cuenta el diseño de las camas, de tal manera que se garantice las condiciones óptimas para el desarrollo de la lombriz y la producción del bioabono.

#### **8.2.1. Selección del lugar para el establecimiento de lombricultivo**

La selección del lugar se hizo teniendo en cuenta factores importantes como la distancia oportuna de las zonas residenciales, el fácil acceso y ubicación y disponibilidad del terreno.

Este se encuentra ubicado a aproximadamente 150 metros de la zona urbanizada más cercana y a 1.33 Km del sitio de Recolección Sector Balneario la Danta, teniendo en cuenta la ruta de desplazamiento más cercana, tal como se aprecia en la imagen 4.

## Ubicación del Lombricultivo Municipio de Manaure Balcón del Cesar

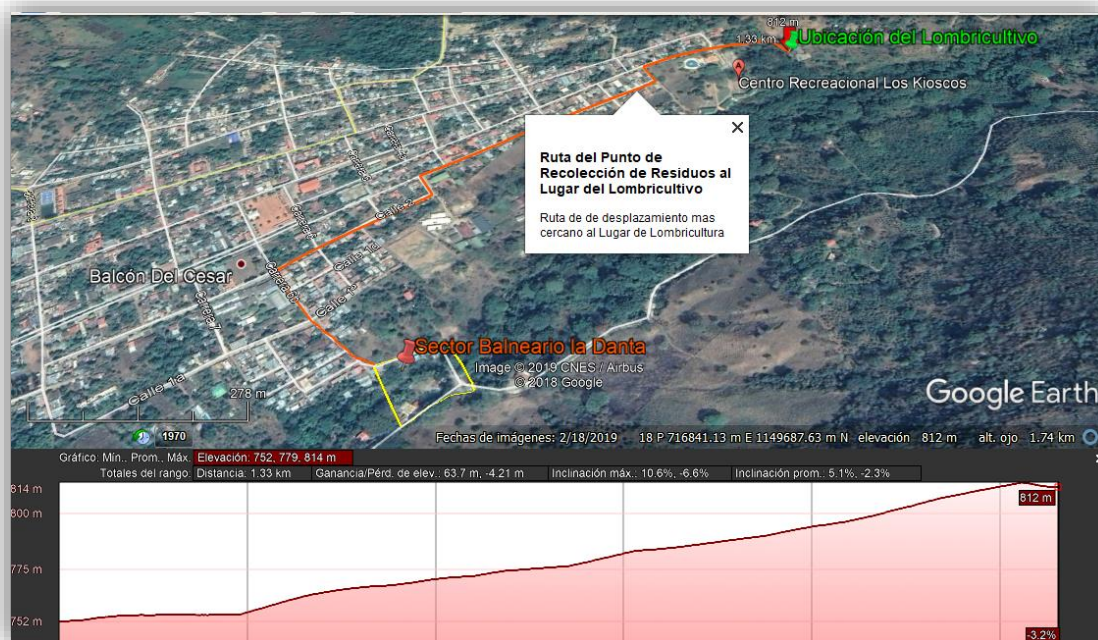


Imagen 4. Ubicación del Lombricultivo.

Fuente: Adaptación Google Earth.

### 8.2.2. Diseño de las camas o Literas y acondicionamiento del lugar

Una vez establecido el lugar a ubicar el lombricultivo, se diseñan 2 camas o literas (Figura 6) de forma paralela separadas por 1,10 m entre ellas con el fin de facilitar la circulación, así mismo, se deja un espacio para ubicar los implementos de trabajo, una base para el triturado de los residuos y recolección de los lixiviados. Estas camas están acondicionadas para el proceso de vermicompostaje se construyen en un terreno estratégico cercano al lugar de recolección de residuos orgánicos (sector Balneario la Danta) con el fin de facilitar el transporte al lugar, tal como se describió anteriormente.

## Plano para la infraestructura de Lombriz *Eisenia fetida*

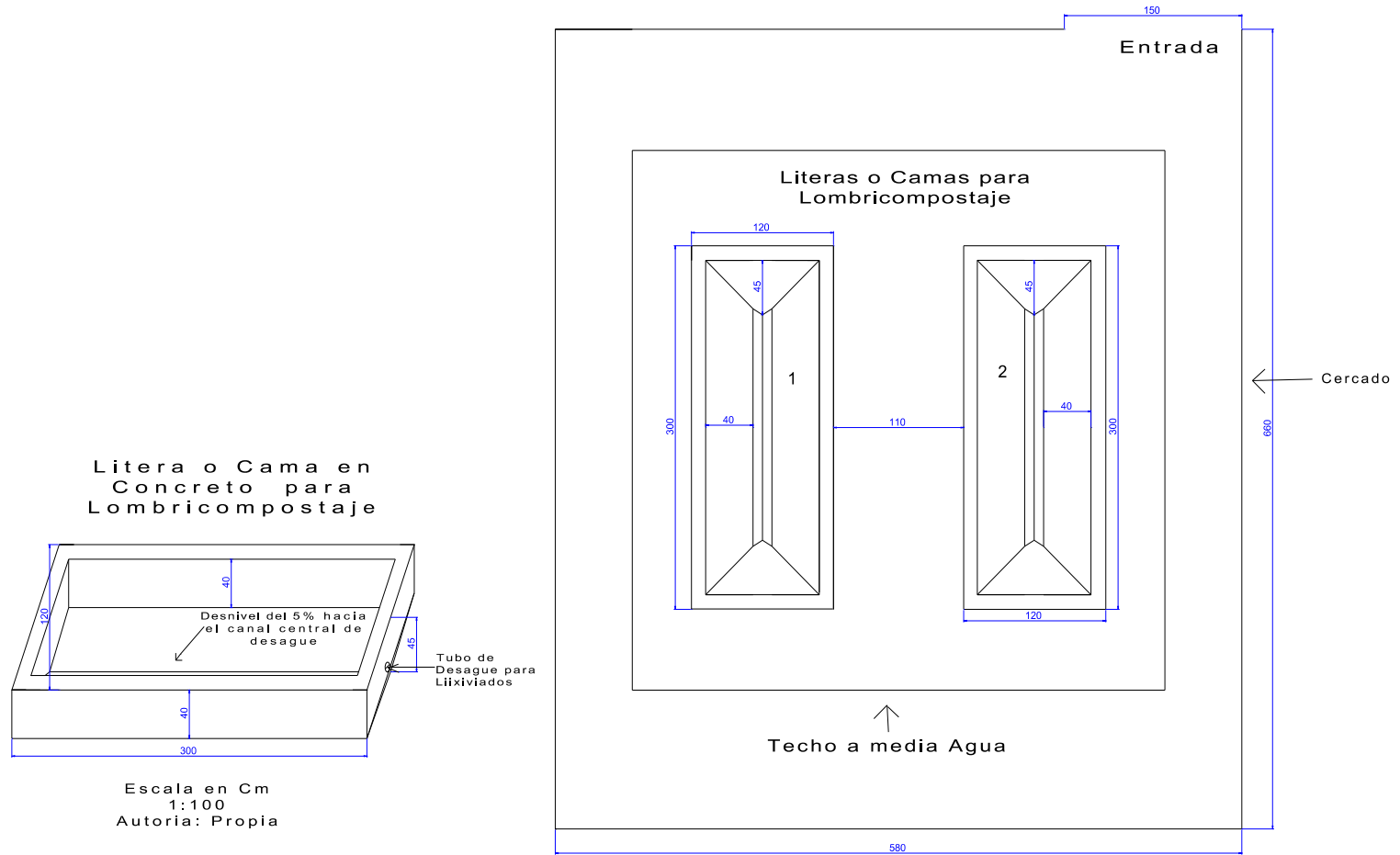


Figura 6. Plano camas para el lombricultivo  
Fuente: Elaboración propia, 2019

### 8.2.3. Proceso de construcción de la Infraestructura

A continuación se puede observar en la Tabla 10 las especificaciones, materiales y medidas usadas para su construcción.

Tabla 10

*Especificaciones de las camas o literas*

Especificaciones	Material	Medidas
Materias de construcción camas	Ladrillo Tolete, cemento, tubería de desagüe (escorrentía de lixiviados)	3 m largo x 1,20 m ancho x 0,40 m alto
Desnivel o pendiente hacia el canal de desagüe	Tubo PVC de 1,5" de grosor	Desnivel del 5%.
Pendiente del terreno de ubicación		Pendiente 5%
Cerco o encerramiento	Malla plástica QD 100/10	6,6 m largo x 5,8 m ancho x 2 m alto
Techo	Teja de zinc, Alambre de Amarre	5m x 4,5 aprox.
Entrada	Portillo en madera con recubrimiento en malla de la misma densidad	1,5 m Ancho x 1,5m alto
Soporte del techo	Postes y travesaños de Guadua	Altura 2m aprox. Largo según necesidad
Cubrimiento para el exceso de luz	Poli sombra 80% de densidad	Según lo requerido (aprox. 4 m)

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Una vez, definido la ubicación del terreno, el diseño de las camas (plano) y la producción de residuos aproximados para la producción del bioabono, se procede a la construcción de la infraestructura (imagen 5) de la siguiente manera:

Se procede a la compra de materiales

Construcción de las Literas o camas en Cemento, según diseño

- Construcción del techo y encerramiento: Para esto es necesario realizar el corte de la guadua con por lo menos 8 días de anticipación y realizar un proceso de cura o desangrado a la madera (derivado de Petróleo) evitando futura proliferación de comején.

La construcción de las Camas de Lombriz se realiza teniendo en cuenta el porcentaje de pendiente natural del terreno (largo) y el desnivel necesario para la circulación de lixiviados desde los costados al centro de las camas para su evacuación a través de un tubo de PVC de 1.5” (pulgadas) de grosor el cual esta recubierto por una malla lo suficientemente fina que evita el paso de lombriz a través del tubo hacia el depósito de lixiviados. Una vez construidas las camas es necesario dejar pasar un tiempo prudente (8 días) para que el concreto tome consistencia, posterior a esto se procedió a la construcción del techo y adecuación del encerramiento, entre otros detalles.



*Imagen 5.* Construcción de la infraestructura.  
Fuente: De los autores



#### 8.2.4. Diagrama del proceso de Lombricompostaje \_ Balneario Sector la Danta

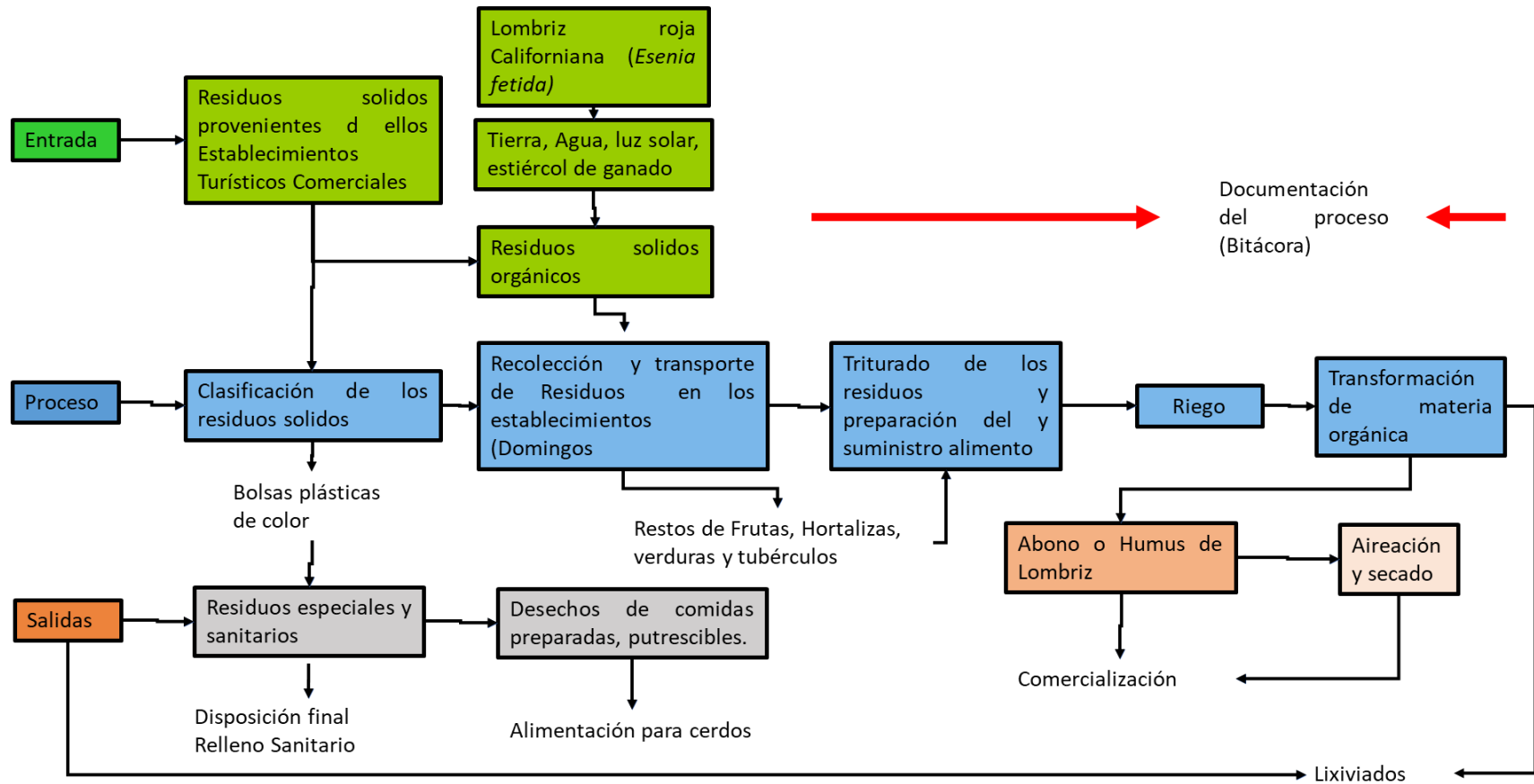


Figura 7. Diagrama proceso de lombricompostaje  
Fuente: Elaboración propia, 2019

### 8.2.5. Cálculos para el Establecimiento de pie de cría *Eisenia Fetida*

Según la Guía de lombricultura, Díaz (2002), una lombriz adulta come diariamente su propio peso, aproximadamente un gramo. De ese valor el 60% lo excreta como abono y el 40% lo metaboliza para formar tejido y acumular energía.

Tabla 11

*Producción de Lombriz*

0 meses	A los 3 meses	A los 6 meses	A los 9 meses	A los 12 meses
Población inicial de Lombrices	1° generación	2° generación	3° generación	4° generación
1000	10.000	100.000	1.000.000	10.000.000
Lombrices 1 kg	10	100	1.000	10.000
Alimento kg/día	10	100	1.000	10.000
Lombricompuesto 0,6 kg/día	6	60	600	6.000
Proteína 0,04 kg/día	0.4	4	40	400

Fuente. Guía de lombricultura de la agencia de Desarrollo económico y comercio exterior del municipio Capital de la Rioja ADEX (2002)

En este contexto la cantidad adecuada a inocular sería de 13 kg de Lombriz, por cama, lo cual equivale a aproximadamente 26000 individuos que consumen aproximadamente los 26.6 kg de residuos orgánicos generados en el sector. Sin embargo es necesario tener en cuenta que la variación la producción de residuos orgánicos, en la cual se basa exclusivamente la dieta alimenticia de la lombriz para este caso, es un factor determinante por lo que se ha señalado en apartes anteriores y la recolección no se realiza diaria sino los fines de semana, lo cual sugiere que las camas serán alimentadas cada 8 días; adicional a esto es importante señalar que según Díaz (2002), cada lombriz adulta puede generar 1500 individuos en un año, lo cual demanda un aumento en la cantidad de alimentación o la variación en la frecuencia de esta, por su relación proporcional.

Para el caso puntual del Sector Balneario la Danta, se tiene en cuenta la información obtenida a través del proceso de caracterización de residuos sólidos orgánicos aprovechables mediante el

proceso de lombricultura, el número de camas (2) y la frecuencia de suministro de alimento, con relación a esto se procede a realizar los cálculos teniendo en cuenta la tabla 11, para lo cual se realiza el siguiente calculo.

$$1\text{lombriz} \rightarrow \text{consumo } 1\text{gr}/\text{dia}$$

$$\text{Residuos generados} \rightarrow 26,6 \frac{\text{kg}}{\text{semanal}} = \frac{3,3\text{kg}}{\text{dia}} = 3300\text{g}/\text{dia}$$

$$\# \text{ de Lombrices} = \frac{1\text{lombriz}}{1\text{g}/\text{dia}} * \frac{3300\text{g}/\text{dia}}{\text{lombrices}} = \mathbf{3300 \text{ Lombrices.}}$$

Por lo cual la cantidad de lombrices recomendadas para este caso es de 3,3 kg (3300 individuos) teniendo en cuenta la disponibilidad de alimento (Exclusivo residuos orgánicos).

Sin embargo a partir de la tabla 12. se establece la cantidad de lombriz necesaria para procesar 26.5 Kg de Residuos sólidos orgánicos generados durante el fin de semana, de igual manera es importante señalar que se cuenta con 2 camas para el establecimiento del cultivo por lo cual cada cama deberá ser inoculada con la mitad del total de la población inicial es decir 1.5 kg de lombriz por cama o el equivalente a 1500 individuos. Este cálculo se toma en cuenta debido a la disponibilidad de alimentación (residuos generados, es necesario tener en cuenta el índice de reproducción de la lombriz, es decir el aumento de la población a través del tiempo lo cual es un factor determinante que demanda una mayor cantidad de suministro alimenticio, por lo cual es importante no sobrecargar las camas con la población ya que se vería un déficit en el alimento posteriormente.

Tabla 12

*Población inicial de Lombrices para implementación del lombricultivo.*

Generación de Residuos orgánicos	Frecuencia de alimentación	Promedio alimentación diaria (kg/día)	Kg de Lombriz	Población Inicial de Lombrices (individuos)
26.5 kg	Cada 8 días	3.3 kg/día	3 kg	3000

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### 8.2.6. Inoculación de la Lombriz (*Eisenia foetida*) a las camas

Para el proceso de inoculación de lombrices a la cama se procede de la siguiente manera teniendo en cuenta la Guía técnica de lombricomposta:

Inicialmente se colocó una capa de tierra negra sin abono en el fondo de la cama o litera, de aproximadamente 10 cm de grosor, seguido de esto, coloca una capa de estiércol semiseco de res de aproximadamente 5cm y se coloca como pie de cría en las camas, aproximadamente 1.5 kg de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), y el suministro alimenticio (residuos orgánicos) en uno de los extremos de cada cama con el fin de evitar la saturación y el acople de la lombriz con el entorno y el alimento. Finalmente, se coloca una capa delgada tierra de aproximadamente 5 cm que cubra la lombriz, y se humedece el sustrato de manera uniforme.

Para proteger el cultivo del exceso de luz, depredadores y generar un ambiente óptimo para su desarrollo se procede a tapar las camas con poli sombra negra de 80% de densidad, para que de esta manera haya una aireación constante y permita a su vez la circulación de gases como se aprecia en el siguiente diagrama de procesos.

## Diagrama de Procesos inoculación de lombriz

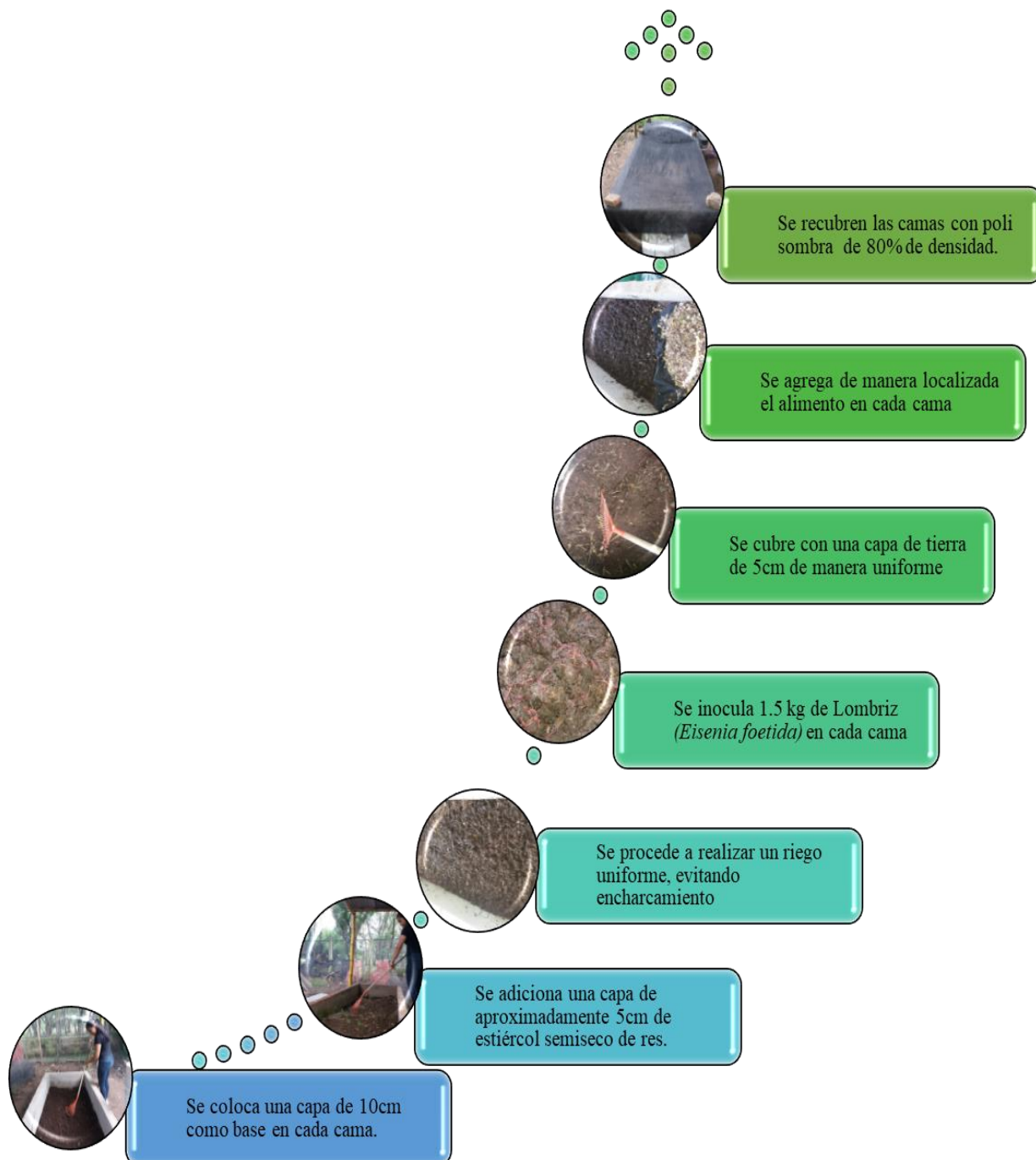


Figura 8. Diagrama del proceso de inoculación de la lombriz.  
Fuente: Elaboración propia., 2019

### **8.2.7. Alimentación y seguimiento del Lombricultivo**

Se realiza la recolección de los residuos orgánicos aprovechables, en cada uno de los establecimientos los días domingo (cada 8 días) de allí son transportados al sitio donde se encuentra el lombricultivo.

Una vez en el lugar los residuos son verificados con el fin de asegurar que el material colectado sea apto para la alimentación de la lombriz. Se procede a realizar el pesaje, y posterior trituración de estos, con el fin de facilitar la ingesta, finalmente se suministra el alimento de manera localizada teniendo el cuidado de suministrar el riego necesario y el recubrimiento del alimento para que este no sea infectado por vectores. El proceso es documentado a través del diligenciamiento de una bitácora (*Véase Anexo C.*) que permite llevar los registros de seguimiento y control de los parámetros óptimos para la lombricultura consignados en la Tabla 4, entre los que se encuentran principalmente la humedad, la temperatura el pH, la iluminación y el suministro alimenticio.

El pesaje de los residuos orgánicos fue realizado con la ayuda de una báscula o romana manual (Ll/ kg)

- La trituración del alimento suministrado fue realizada con una trituradora eléctrica casera
- El riego fue controlado a partir del registro de humedad, el cual fue tomado periódicamente cada 8 días con un Hidrómetro Digital.
- Por su parte la medición de temperatura se realizó con un termómetro digital con la misma frecuencia.

- El registro del pH se llevó a cabo con un peachímetro digital previamente calibrado (buffer pH 4.0 a 25°C y pH 6.8 a 25°C) en una solución de agua destilada de 250ml.
- La luminosidad fue controlada con un recubrimiento de poli sombra de 80% de densidad.
- La recolección de los líquidos lixiviados fue realizada en un recipiente o galón reciclado con capacidad de 20L el cual fue utilizado con frecuencia para regar las camas nuevamente, cuando el color se tornaba café claro.

Inicialmente el alimento de la lombriz fue picado y suministrado en trozos de aproximadamente de 3 a 5 cm de diámetro, sin embargo se pudo observar la descomposición lenta del alimento y la resequedad que adquirirían los residuos haciendo necesario el riego más constante, por lo cual fue necesario hacer uso de una trituradora eléctrica casera para que los residuos fueran fácilmente digeribles por la lombriz.



*Imagen 6. Alimentación suministrada a la lombriz.*  
Fuente: De los Autores, 2019

Se realizo la limpieza de las camas retirando las malezas de rápido crecimiento (semilla de auyama principalmente) y un volteo cada 15 días para evitar la compactación de los residuos y la falta de ventilación lo cual implicaría un desarrollo anormal de la lombriz y demoras en el vermicompostaje.

El proceso de alimentación de la Lombriz se llevó a cabo durante un periodo de tiempo de 4 meses y medio aproximadamente a partir del 25 de mayo hasta el 06 de octubre del año 2019.

#### **8.2.8. Cosecha de Humus y lombrices**

Una vez completado el proceso de transformación de materia orgánica en Humus (4.4 meses para este caso) se procede a suspender la alimentación por un periodo de 8 días, con el fin de realizar la captura de lombrices y recolectar el abono resultante, se disminuye el riego para ir disminuyendo la humedad paulatinamente hasta alcanzar el 40% aproximado; una vez pasado este tiempo prudente fue necesario colocar trampas con comida de manera periódica en cada una de las camas. Para la implementación de estas trampas se utilizaron lienzos de poli sombra (60% de densidad) de aproximadamente  $1\text{m}^2$ , los cuales fueron colocados directamente sobre las camas con una determinada cantidad de comida encima, esto con el fin de que la lombriz migre con rapidez, posteriormente las trampas fueron retiradas cada tres días hasta asegurar que quedara solo el abono.

Finalmente el abono es removido con una pala, tamizado y sometido a un periodo de aireación y por último dispuesto para el uso.

### **8.3. FASE III: Evaluación las mejores condiciones de operatividad del proceso de Lombricompostaje**

Dentro de la evaluación de las condiciones operativas del proceso de vermicompostaje, se tienen 3 factores generales de importancia:

#### **8.3.1. Las condiciones necesarias para la cría y manejo de lombrices, es decir el seguimiento del proceso a través de la Bitácora.**

La bitácora es un formato diseñado para llevar a cabo el registro de datos obtenidos durante el proceso operativo de la lombricultura.



En esta bitácora se relacionan datos de suministro alimenticio (kg) Humedad (%) Temperatura (°C) y pH (und) principalmente, en las observaciones se registra los días de riego teniendo en cuenta que la frecuencia puede variar según las condiciones climáticas de la región (Véase Anexo C).

Tabla 13

*A partir de la bitácora se pudo obtener la siguiente información*

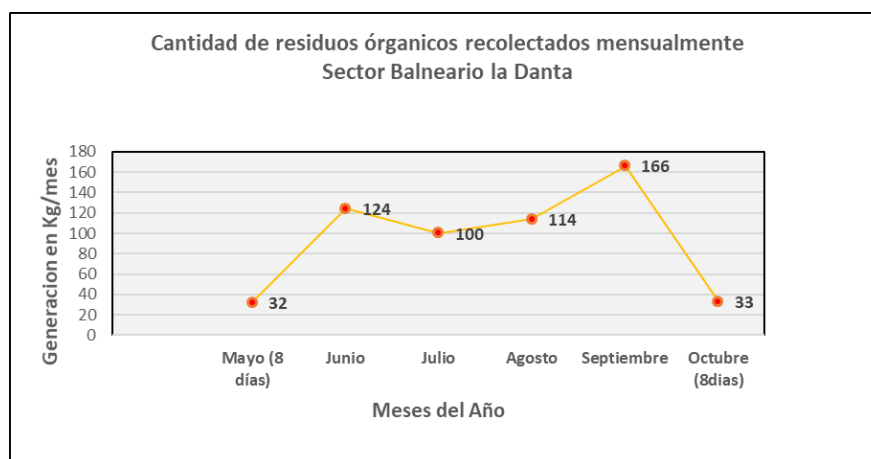
Mes	Total suministro en el mes (Kg recolectados)	Número de Veces por suministrado al mes	Cama 1				Cama 2			
			H (%)	T (°C)	pH (Und.)	RvxS	H (%)	T (°C)	pH (Und.)	RvxS
Mayo (8 días)	32	1	75	24	6,9	3	68	23,5	6,8	3
Junio	124	5	70	22,3	7,6	3	70,9	21,6	6,9	3
Julio	100	4	73,8	22,6	7,6	3	71,8	22	7,5	3
Agosto	114	4	70,3	22,6	7	3	65,1	23,6	7,4	3
Septiembre	166	5	77,2	23,1	7,8	2	74,6	21,6	7,5	2
Octubre (8días)	33	1	77	24	7	2	72	25,8	7,6	2
Total	569 kg									
Promedio	28,45 kg/día	20	74	23	7,4	3	70	23	7,3	3

H: Humedad (%), T: Temperatura (°C), RvxS: Riego Veces por Semana.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

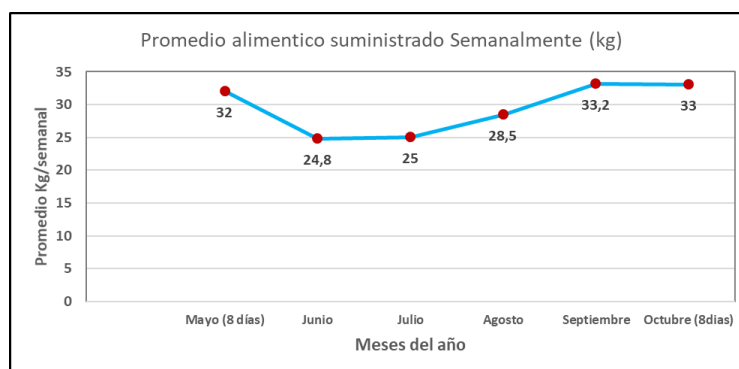
Durante el tiempo del proceso de implementación se logró recolectar 569 kg de residuos orgánicos Aprovechables, que sirvieron como alimento a la lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) se realizaron 20 jornadas de recolección (20 semanas y vez por semana) en total, con un promedio de recolección de 28,45/día. El suministro alimenticio se le adicionó a cada cama en partes iguales, teniendo en cuenta que se inoculo el mismo pie de cría y las camas cuentan con las mismas dimensiones. Adicionalmente, se puede observar en el gráfico 9 que el mes con mayor índice de generación fue el mes de septiembre donde se registraron 166 kg de residuos recolectados distribuidos en 5 jornadas, mientras que el mes con menor generación de residuos corresponde al mes de Julio. Por otra parte el mes de junio registro el promedio más bajo de

recolección de 24.8 kg/día, mientras que septiembre sigue siendo el mes con el promedio de generación más alta el cual se registró en 33,2 kg/día tal como se puede observar en la Grafico 9.



*Gráfico 9* Cantidad total de residuos orgánicos recolectados en el mes.  
Fuente: elaboración propia, 2019

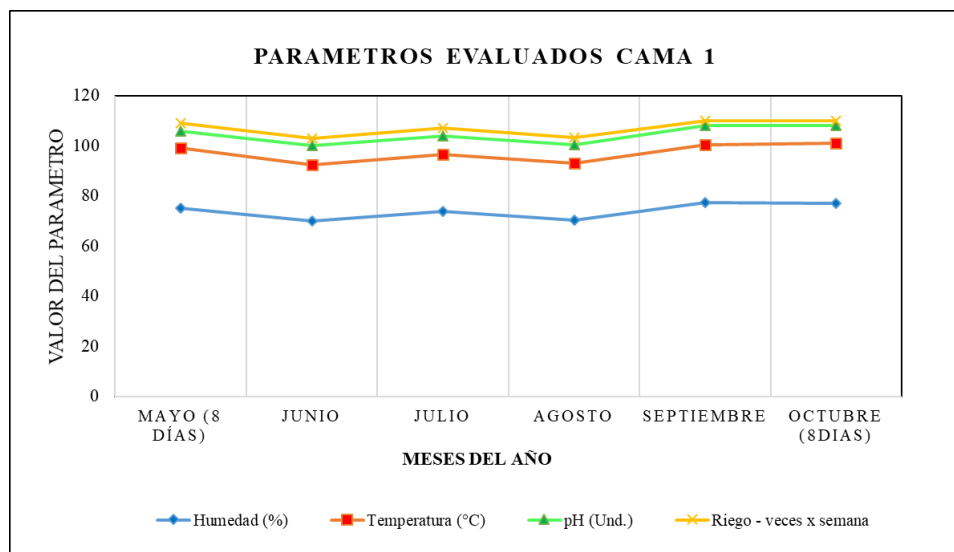
En el gráfico 10, se puede observar que la variación de generación de residuos sólidos orgánicos durante la mayoría de los meses es relativamente baja, sin embargo hubo un aumento progresivo de aproximadamente el 25% entre el mes de junio a septiembre. Esto se debe a que probablemente coincide con la temporada vacacional y de amor y amistad, lo cual supone un aumento en el número de visitantes y turistas en el sector (población flotante) y por ende un aumento en la generación de residuos debido a la actividad comercial que predomina en el sector.



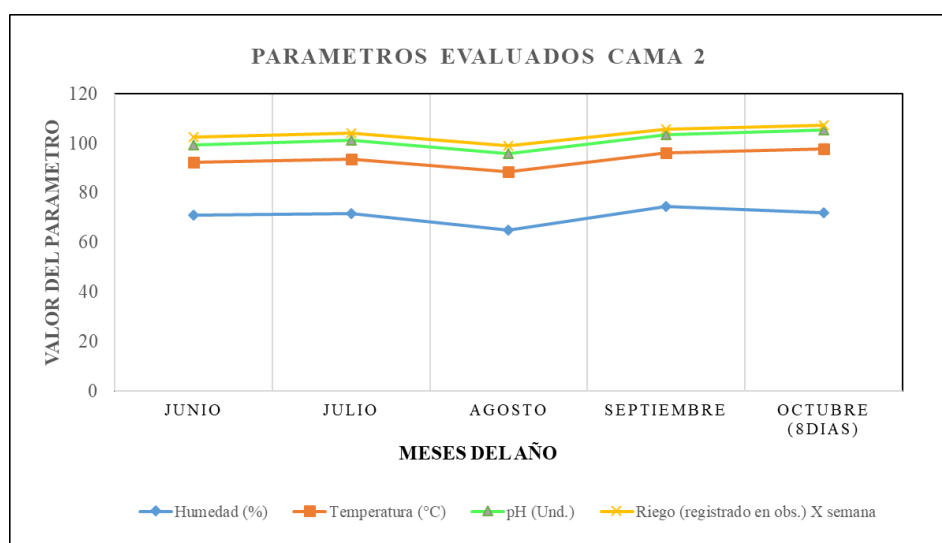
*Gráfico 10.* Promedio de residuos recolectados y suministrados mensualmente  
Fuente: Elaboración propia, 2019

Por otra parte, se registró una variación mínima en los parámetros evaluados durante los distintos meses como se puede observar en el gráfico 11, para la cama 1 se registró una humedad promedio de 74 %, la temperatura promedio en 23°C, alcanzando el pico más alto en el mes de mayo y octubre, y el pH promedio en 7,4 und, el cual no tuvo mayor variación y se mantuvo constantes durante el tiempo de operación. Del mismo modo, para la cama 2 (gráfico 12), se obtuvo un registro promedio de humedad de 70%, Temperatura promedio de 23°C y un pH de 7,3 und; en los dos casos fue necesario realizar un riego periódico similar de 3 veces por semana debido a los aumentos de temperatura por variaciones climáticas de la región, evitando resequedad en el lombricultivo. Por consiguiente se puede afirmar que tal como lo menciona la Díaz (2002) “la producción de ácidos orgánicos causa acidificación durante la etapa inicial de maduración del Compost, pero al aumentar la temperatura también aumenta el pH, estabilizándose en valores de 7,5 y 8,5”.

La temperatura y la humedad son los dos factores más importantes (abióticos) que controlan la tasa de descomposición bajo condiciones naturales. También la aireación y la estructura del suelo juegan un importante papel indirectamente por consiguiente, los efectos combinados de temperatura y humedad son más prominentes que los efectos de temperatura solamente (J.S & Singh 1997).



*Gráfico 11. Parámetros Evaluados durante el lombricultivo, cama 1.*  
Fuente: Elaboración propia, 2019



*Gráfico 12. Parámetros Evaluados durante el lombricultivo, Cama 2*  
Fuente: Elaboración propia, 2019

Los tres parámetros oscilaron entre los valores recomendados para la cría de lombriz según la basados en la información técnica de Ndegwa & Thompson, (2001) y Díaz (2002). Sin embargo se puede evidenciar una ligera variación en los registros de Humedad y Temperatura, la cual se mantuvo constante gracias al riego realizado

### **8.3.1.1. *Comportamiento de las lombrices durante el proceso***

Uno de los factores que determinan si un proceso de lombricompost con residuos orgánicos está en buenas condiciones para albergar a las lombrices es el comportamiento de estas ante el alimento. Para determinar el comportamiento de las lombrices frente a los residuos, se tuvo en cuenta también la observación directa de las camas, es decir una apreciación subjetiva y no cuantitativa. Durante los procesos de volteo y alimentación se observó las lombrices integradas en forma normal en la materia, se desplazándose por la superficie de manera un poco lenta y posteriormente se juntaban entre ellas formando pelotas nuevamente cada vez que era proporcionado nuevo alimento, dispersándose entre la materia para iniciar el proceso de digestión.

Se pudo observar también que en época de verano donde las temperaturas tienden a ser más altas, se evidencia ausencia de los individuos en la superficie del sustrato, al remover la primera capa de este (5cm) se podía observar el desplazamiento hacia el fondo de la cama, mientras que en temporadas lluviosas, cuando la humedad se mantenía constante, estas se integraban formando pequeñas colonias en la parte media de la cama.

En general, durante el proceso de seguimiento se evidencio la aceptación y consumo importante de los residuos suministrados, así como la integración en el medio. Probablemente esto se debe a que las camas estuvieron controladas de manera constante a partir de la medición y registro de parámetros óptimos para su desarrollo tal como se observa en el gráfico 10 y 11, los cuales me mantuvieron dentro de los rangos establecidos de forma técnica.

Durante la operativa se pudo observar la aglomeración de lombrices en las áreas con mayor humedad y suministro de alimento, lo cual coincide con el mes de septiembre donde se

alcanzaron los picos más altos para los parámetros evaluados, tanto en el suministro alimenticio (33,2kg/día / 2), humedad (77,2%), temperatura constante (23,1 °C) y un registro de pH (7.8) para el caso de la cama 1 (*Véase anexo C*). Se observó un nto en el crecimiento en la lombriz, reproducción de huevos y un aumento poblacional, en comparación con periodos de baja humedad y alimentación con trozos de mayor tamaño.



*Imagen 7. Población de lombrices.*  
Fuente: De los Autores, 2019

La generación de lixiviados es baja debido a la condición climática existente y el tipo de residuos alimentación suministrados (cascara de yuca, papa, plátano, malanga, auyama, ñame, frutas y verduras etc.) cuyo contenido de agua es bajo, el cual no superó los 5 Litros acumulados durante el periodo operativo, debido en parte a los procesos de evaporación y a que durante las primeras jornadas se utilizó parte del lixiviado para regar nuevamente las camas.

Los resultados obtenidos en cuanto a producción de lombrices (crecimiento poblacional) y la producción de humus bajo las condiciones consignadas en la Bitácora.

Una vez finalizado el proceso mencionado en la fase III (cosecha de Humus y lombrices) se procedió a realizar la captura y pesaje de lombrices y el humus.

Para realizar el cálculo del número de lombrices se emplean 2 métodos técnicos y posteriormente se constata con los resultados obtenidos en campo.

Método 1. Fórmula utilizada por Rivera (2017)

$$P(t) = P(t_0) \times 2^{\frac{t}{90}}$$

Donde:

$P(t)$  = Población total

$P(t_0)$  = Población inicial

$t/90$  = tiempo empleado en el lombricultivo, sobre la producción de nuevas lombrices.

Al reemplazar esta fórmula se obtiene

$$P(t) = 3000 \times 2^{\frac{135}{90}}$$

$$P(t) = \mathbf{8.485 \text{ individuos aprox.}}$$

Sin embargo, una vez terminada la etapa operativa de campo y realizada la captura de lombrices a través de las trampas, se procedió a registrar el pesaje de los productos obtenidos a partir de los cuales se obtuvo la siguiente información:

Tabla 14  
*Cosecha de lombrices y Abono.*

No de Cama	Población inicial de lombrices	Población final de Lombrices	Cantidad e humus producido	Tiempo de Producción
Cama 1	1500 individuos (1,5 kg)	4300 individuos aprox. (4,3 kg) adultos	186 kg.	4,5 meses (135 días)
Cama 2	1500 individuos (1,5 kg)	4000 individuos Aprox. (4.1 kg)	157 kg	4,5 meses (135 días)
Producción Total	3000 individuos (3Kg)	8300 individuos Aprox. (8,300kg)	343 kg	4,5 meses (135 días)

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Es importante mencionar que a mayor cantidad de lombrices el tiempo de procesado es menor, por otra parte el desarrollo de la lombriz está ligado a los parámetros señalados anteriormente (humedad, temperatura, pH, alimentación, luz, aireación). Estos parámetros se pueden asociar a los resultados de producción que se obtuvo en cada una de las camas, ya que si bien es cierto la variación de los parámetros no fue significativa, los resultados indican lo contrario, debido a que el promedio principalmente de humedad fue mayor para la cama No 1 (74%) y el pH (7,7) mientras que la temperatura fue similar (23 °C) en las 2 Camas.

El rendimiento tanto de la lombriz como del humus es aceptable ya que se encuentra dentro del rango adecuado según la cantidad de alimento suministrado (569 kg) y el rendimiento del 60%, más la adición inicial de tierra (primera capa) teniendo en cuenta que la alimentación se basó exclusivamente en residuos orgánicos colectados en los establecimientos Turísticos comerciales y la reproducción de la lombriz roja californiana en un criadero en fase de expansión, el número de ejemplares se duplica cada tres meses.

### **8.3.2. El análisis de laboratorio realizado al bio abono o humus de lombriz, como parte de la caracterización fisicoquímica del producto obtenido.**

Finalmente, se realizó un estudio en laboratorio certificado del humus como resultado, con el fin de conocer la composición fisicoquímica del mismo y establecer las características que constituyen el humus de lombriz como uno de los bio abonos de mejor calidad nutricional y pertinencia para la recuperación de suelos, tomando como referencia otros abonos, con los límites establecidos por la norma técnica NTC 5167 de 2011, establecida por el ICA, para la comercialización de Bioabono en el Territorio Nacional. (ICONTEC, 2011), esto permitirá analizar la pertinencia de este tipo de prácticas en la comunidad.



Dentro de las especificaciones que indica la norma NTC 5167 se tiene por abono orgánico el producto sólido obtenido a partir de la estabilización de residuos de animales, vegetales o residuos sólidos urbanos (separados en la fuente) o mezcla de los anteriores, que contiene porcentajes mínimos de materia orgánica expresada como carbono orgánico oxidable total y los demás parámetros relacionados en dicha norma.

Teniendo en cuenta lo anterior se procedió a la selección del laboratorio Agrosoil Lab. (Colinagro), ubicado en la ciudad de Bogotá D.C, el cual se encuentra certificado por el Instituto Colombiano Agropecuario (registro ICA) para control de calidad de fertilizantes mediante la Resolución 002124 de Julio 16 de 2012, la cual registra con fecha de renovación actual de 00007988 17 de junio del 2019, en la página de la entidad, lo cual brinda la confiabilidad en la calidad de los resultados.

#### **8.3.2.1. Toma de la muestra para el análisis**

Teniendo en cuenta que la producción de lombricompost se realizó en 2 camas o literas y que los sustratos iniciales de las camas y la alimentación suministrada tenía las mismas características al igual que el número de individuos inoculados o pie de cría en cada una de estas, adicionalmente el control y seguimiento de los parámetros de humedad, pH, temperatura y luz se realizó utilizando la misma metodología.

Una vez cosechadas las lombrices y tras haber garantizado que el abono esté libre de ellas se procedió de la siguiente manera:

Se extrajo el abono producido en las dos literas y se tomó de cada una de ellas 1 kg de abono que posteriormente fue mezclado (2 kg) para tomar finalmente 500 gramos que fue el peso de la muestra solicitado por el laboratorio, previamente cernido y secado para evitar el exceso de

humedad, empacado de manera hermética para evitar la contaminación de la muestra y posteriormente enviado al laboratorio especializado para el análisis.

### 8.3.2.2. *Resultados del análisis de Laboratorio*

En los aspectos generales de resultado se indica que las características físicas de la muestra enviada eran de solido de color café oscuro, con presencia de material vegetal y material rocoso con pequeñas partículas de color gris claro, en concordancia con lo establecido por Diaz (2002). Por su parte la metodología de referencia empleada en el análisis de laboratorio fue con base a la Norma Técnica Colombiana NTC 5167 (2011), la cual relaciona los parámetros fisicoquímicos de los *productos para la industria agrícola. productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo*, los cuales se relacionan en la tabla 15. (Véase Anexo D.)

Tabla 15

*Resultado Análisis de Laboratorio del Lombricompost o humus obtenido*

Parámetro	Resultado análisis de laboratorio	Norma NTC 5167
Nitrógeno total (N)	1.02 %	(Declararlos) >1%
Fosforo total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.77 %	(Declararlos) >1%
Carbono orgánico total oxidable (C)	9.77 %	Mínimo 15%
Relación C/N	9.58 %	Cálculo matemático
Potasio total (K <sub>2</sub> O)	1.65 %	(Declararlos) >1%
Calcio Total (CaO)	2.73 %	N/A
Magnesio total (MgO)	0.76 %	N/A
Hierro total (Fe)	1.47 %	N/A
Cobre total (Cu)	0.003 %	N/A
Manganeso total (Mn)	0.04 %	N/A
Zinc total (Zn)	0.02 %	N/A
Sodio total (Na)	0.08 %	N/A
Silicio total (SiO <sub>2</sub> )	39.96 %	N/A
Residuo insoluble en Acido	61.72 %	N/A
pH (Sln 10%)	8.33	> 4 y < 9
Densidad real	1.013 g/cm <sup>3</sup>	Máximo 0.6 g/cm <sup>3</sup>
Humedad (70 <sup>0</sup> C)	5.89 %	Máximo 35%
Porcentaje de cenizas (700 <sup>0</sup> C)	67.54 %	Máximo 60%
Perdidas por volatilización	26.57 %	Mínimo 40
Conductividad eléctrica (Relación 1:200)	0.15 dS/m	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El análisis de laboratorio se realizó sobre los parámetros establecidos en la NTC 5167 segunda actualización, dentro de los cuales algunos de ellos influyen de manera significativa en el proceso

de descomposición de la materia orgánica trabajada; en este caso residuos orgánicos de tipo cascara de vegetales resultantes de la elaboración de comidas procesadas en los establecimientos comerciales involucrados en el proyecto. Se relacionan los valores encontrados con los establecidos en la norma, indicando las posibles causas o circunstancias que llevaron a dichos resultados.

Según lo establecido por la NTC 5167 los valores para Nitrógeno y Potasio deben ser reportados siempre y cuando sean superiores a 1% ( $>1\%$ ), los cuales registraron valores de 1.02 % y 1.65% respectivamente lo cual se encuentra dentro de los parámetros aceptables; mientras que para la cantidad de carbono total oxidable se reportó un 9,77% por debajo del valor establecido en la norma el cual es de mínimo 15%, lo cual puede significar la concentración elevada de nitrógeno mediante la relación C/N la cual es similar. Según Duran & Henríquez (2006), esto puede deberse a que dentro del alimento suministrado se aportaron cantidades importantes de cascara de plátano y banano, residuos ricos en Nitrógeno por ejemplo.

Por parte, Domínguez (2004) y Nogales et al., (2008), citado por Dorado & Pérez (2015); “El valor del pH no es un indicador tan importante de la madurez en un lombricompost, pero si es importante para un desarrollo normal de las lombrices dentro del sustrato. También se ha encontrado que una fracción de la materia orgánica durante el proceso sufre una mineralización originada por la acción combinada de las lombrices y los microorganismos causando una disminución en el contenido de carbono orgánico. Esta disminución varía de acuerdo con la naturaleza del residuo, la densidad de la población de las lombrices, su biodegradabilidad y la duración del proceso”. Por su parte, los valores de pH promedio registrados en la Bitácora para la cama 1 como para la cama 2 oscilan entre 7,4 y 7,3 respectivamente, valores cercanos según lo menciona Diaz (2002), y Ndegwa y Thomp , (2001 ) los cuales señalan los valores óptimos para

el desarrollo normal del lombricultivo en 6,5 y 7,5 aproximadamente ; la variación aparente en el aumento del pH sugiere la descomposición del material orgánico poco ácidos con tendencia a pH neutros. Por su parte la NTC 5167 establece los valores aceptables de pH para abonos orgánicos entre 4 y 9. En este sentido tanto los valores de pH registrados durante el proceso de Lombricompostaje como el obtenido a partir del análisis de laboratorio (8,33) indican que este parámetro se encuentra dentro del rango aceptable.

Del mismo modo, Duran & Henriquez, (2009); Jimenez, 2008; Salazar *et al.* (2003); afirman que la relación C/N de un lombricompost maduro debe estar cercana a 10. Esto indica que según el análisis obtenido en laboratorio, registra un porcentaje del 9,58% cercano al valor óptimo para este parámetro, el cual corresponde a un bioabono maduro.

Respecto al contenido de cenizas para el lombricompost, Según la tabla 15, se puede observar que cumplen con la norma (<60%). De acuerdo con la NTC 5167 segunda actualización el contenido de carbonatos no es un parámetro para garantizar ni a caracterizar. Sin embargo, según Canti y Pearce, (2003); Shipitalo & Le Bayon, (2004), y (Roig *et al.*, (2004) citados por Dorado & Pérez (2015) se ha encontrado que los carbonatos pueden ser provenientes de la degradación del estiércol bovino por medio de las glándulas calcíferas que están presentes en el tracto digestivo de la lombriz, además de los originados a partir del CO<sub>2</sub> liberado en la degradación de la materia orgánica que realizan los microorganismos sobre el estiércol bovino. Esto se relaciona con la adición inicial de 5 cm de estiércol de res antes de la inoculación del pie de cría de la lombriz roja californiana (*Esenia fétida*) en cada una de las camas.

Según la norma NTC 5167, especifica que el valor del fósforo total se debe reportar si es mayor a 1%. En este caso el lombricompost presentan un contenido de fósforo mayor del 1%. Por

Consiguiente, según (Felton *et al.*, 2004; Gálvez-Solá *et al.*, 2010) esto puede ser debido a que en la disminución de la masa de la materia orgánica durante la estabilización y biodegradación, las pérdidas de fósforo por volatilización o lixiviación son prácticamente nulas; por tanto era de esperar una concentración de fósforo durante el proceso de lombricompostaje (Dorado & Pérez, 2015, p.79), cabe resaltar que un alto contenido de fósforo en el lombricompost es favorable, debido a que corresponde a uno de los elementos mayores del suelo y esto favorece el crecimiento de las plantas.

La norma NTC 5167 segunda actualización, indica que los contenidos de calcio, magnesio, sodio, cobre, hierro magnesio, Zinc y Silicio, no son parámetros que caracterizar. Sin embargo en el análisis de laboratorio se reportaron valores como el calcio en 2,73% y magnesio de 0,76% lo cual puede influir de manera positiva en el acondicionamiento del suelo neutralizando parte de la acidez (Dorado & Pérez, 2015). Del mismo modo, el sodio reportado para el lombricompost está por debajo de los valores reportados por Dorado & Pérez, (2015) 0,25% y 0,76% lo cual resulta ser favorable ya que el exceso de este elemento aumentaría la conductividad eléctrica, lo que podría generar inhibición en el crecimiento de las plantas al ser adicionado el lombricompost en el suelo (Bustamante *et al.*, 2009).

En cuanto a los registros de densidad real  $1.013 \text{ g/cm}^3$  y humedad 5.89 %, se reportaron en valores aceptables dentro de la norma, mientras que las pérdidas por volatilización se reportaron en 26.57 %, valor por debajo de lo establecido en la norma (mínimo 40) esto se debe a la baja volatilización de los diferentes elementos o el proceso de lixiviación del lombricultivo.

El silicio a pesar de no ser un parámetro a caracterizar a partir de la norma este se reportó en un 39.96 % lo cual influye positivamente al crecimiento de las plantas ya que estas lo absorben a

través de la raíz, este elemento depende de las condiciones meteorológicas y ambientales, factores como temperatura, lluvia y el dióxido de carbono disuelto en forma de ácido carbónico actúan sobre los minerales arcillosos formando los silicatos, compuestos derivados del ácido silícico y mayor constituyente de las arenas (QUISHPE, 2017)

El grado de maduración de la muestra a partir del análisis de los parámetros con relación a la norma se ve factible y poder ser apta para ser utilizable, los contenidos de pH. Densidad, humedad, carbono, fosforo y demás parámetros le dan un valor agregado al abono llevándolo a ser favorable para ser implementados en los diferentes usos.

#### **8.4. FASE IV. Implementar Jornadas de Educación Ambiental**

El Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Educación Nacional (2002), señala a través de la Política Nacional de Educación Ambiental SINA, que el concepto de de ambiente ha estado asociado casi siempre de manera exclusiva a los sistemas naturales, a la protección y a la conservación de los ecosistemas, vistos como las relaciones únicas entre los factores bióticos y abióticos, sin que medie un análisis o una reflexión sobre la incidencia de los aspectos socioculturales, políticos y económicos en la dinámica de dichos sistemas naturales. Por lo tanto es indispensable el acercamiento a la comunidad involucrada de manera directa a las actividades económicas desarrolladas en la zona de estudio e implementación de la alternativa de aprovechamiento, ya que estos son factores claves en la generación de residuos, siendo este la problemática principal que se pretende abordar.

En este contexto, paralelamente a la fase II y III se llevó a cabo dos jornadas de educación ambiental con la comunidad involucrada en el proyecto, para este caso, los dueños de los establecimientos comerciales ubicados en las riveras del rio Manaure

- **Conceptualización sobre residuos sólidos, correcta clasificación e impactos ambientales.**

En la primera jornada se buscó sensibilizar a la comunidad involucrada, acerca de la necesidad del adecuado manejo de los residuos sólidos en general y el aprovechamiento y su aprovechamiento potencial, además de indagar y conocer de antemano el panorama que tiene la comunidad con respecto a este tema.

La socialización permitió abordar las problemáticas ambientales más frecuentes derivadas del inadecuado manejo de los residuos, la necesidad de evitar la generación de impactos negativos que pueden llegar a degradar los recursos naturales en el sector y en el resto del municipio. Por otra parte, se realizó una inducción a la comunidad involucrada acerca de la correcta clasificación y disposición de residuos sólidos, según su origen y tipología, basados en la Guía Técnica Colombiana GTC 24.

Asimismo, se socializo el papel fundamental que cumplen las entidades ambientales del municipio en gestionar compañías ambientales de capacitación y acompañamiento a las comunidades, no solamente en la zona turística, sino en todo el municipio, en cuanto a la correcta clasificación de los residuos sólidos y en mejorar los sistemas de recolección y disposición final en el relleno sanitario.

En esta jornada de educación ambiental también se abordaron temas como la importancia de los recursos en la actividad económica que se desarrolla en el sector y el papel que desempeña la comunidad. El recurso hídrico en este caso está directamente involucrado en la actividad económica desarrollada en la zona. Ya que si bien el turismo constituye una fuente de empleo y

sustento económico para las comunidades, esparcimiento y disfrute a los visitantes; las prácticas inadecuadas pueden generar impactos negativos en los ecosistemas involucrados.

Por consiguiente la finalidad de estas jornadas de sensibilización y educación ambiental es poner en conocimiento y alertar a las comunidades con el fin de que estas hagan parte de la solución a estas problemáticas a través de la responsabilidad social y ambiental que deben asumir en función de la conservación y preservación de los recursos naturales, teniendo en cuenta que el municipio de Manaure Cesar, forma parte de uno de los ecosistemas estratégicos del Departamento del Cesar: la Serranía del Perijá.

Por otra parte se abordaron otros temas relacionados a la temática general tales como:

- ✓ La importancia de instalación puntos ecológicos para la correcta clasificación de los residuos sólidos generados.
- ✓ La responsabilidad y compromiso como ciudadanos en el cuidado de los recursos naturales.
- **Socialización de prácticas sostenibles para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.**

Según, Sáez & Urdaneta G., 2014, la participación y sensibilización de la población es una de las más importantes (Dong y col, 2001), concientizar a cada individuo de la necesidad de reducir la cantidad de residuos que genera, motivarlo a revisar cada una de sus actividades (domésticas, trabajo, recreativas) para realizar cambios/mejoras que conlleven a una disminución en la generación de residuos per cápita, es clave (OPS, 2005).

Uno de los propósitos más importantes fue promover la lombricultura como una de las prácticas de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos más eficientes y de bajos costos;



promoviendo el compromiso por parte de la ciudadanía a través de acciones y dinámicas encaminadas al manejo adecuado de los residuos a través de biotecnologías sostenibles.

Finalmente se dan a conocer los resultados obtenidos durante la implementación del proyecto, mostrando de manera directa el abono generado, a partir de la alternativa propuesta; con esto también se les socializaron beneficios que este trae a la fertilidad y calidad de los suelos. Se expone cada una de las fases del proceso de transformación de los residuos sólidos orgánicos en abono, y el papel fundamental que desarrollaron las lombrices (*Eisenia foetida*) utilizadas en el proceso de descomposición

Durante las jornadas de sensibilización con la comunidad se evidenció la aceptación de las temáticas mencionadas. Parte de las temáticas tratadas surgieron como respuesta a la información recolectada durante la aplicación de la encuesta, donde las personas si bien tenían conocimiento de algunos temas, estos no contaban con la suficiente claridad. Por consiguiente, esta misma falta de información limita el interés de las comunidades al momento de destinar parte de su tiempo para actividades de tipo colectivo, por lo cual fue necesario realizar las jornadas casi que de manera personalizada en cada uno de los establecimientos, pues debido a las diferentes ocupaciones que demanda la actividad turística comercial la gente se ve limitada de tiempo según lo mencionan ellos mismos.



*Imagen 8. Jornadas de Socialización y Educación Ambiental*  
Fuente: de los autores, 2019

## 9. Conclusiones

- Mediante la determinación de la línea base enfocado en el manejo y disposición de residuos orgánicos se logró la documentación técnica necesaria para la clasificación y cuantificación de los diferentes residuos generados y por consiguiente, la elección de la alternativa adecuada, sin embargo se logra evidenciar a partir de las encuestas realizadas, que el manejo inadecuado de residuos sólidos radica en la falta de información y conocimiento por parte de las comunidades, ya que si bien el país cuenta con una política para manejo de residuos sólidos, las comunidades en sí, son ajenas a esto, ignorando los procesos de separación en la fuente y las posibles alternativas de aprovechamiento. El uso intensivo y manejo inadecuado de los residuos de tipo orgánico han llevado a generar problemáticas ambientales que afectan a los medios o zonas donde estos son generados y mal manejados. El lombricompostaje es una técnica que permite el tratamiento de estos residuos para su transformación en un material estabilizado y saneado, permitiendo devolver a los suelos fertilidad, productividad, entre otros beneficios fisicoquímicos.
- A pesar de que se dificultó la cuantificación exacta de los residuos orgánicos generados en el sector, debido a la población flotante ligada a la actividad turística, los vacíos de información y la renuencia en parte de la comunidad por estos temas. Se logró identificar 10 establecimientos turísticos comerciales, de los cuales 3 de ellos, son los responsables de la generación de aproximadamente 12,97 Ton/año de residuos sólidos provenientes de la actividad turística comercial realizada en el sector Balneario la Danta de los cuales 9,7 Ton/año (74,5%) equivalen a residuos sólidos orgánicos potencialmente aprovechables a través de la lombricultura, cifra similar a la establecida por el CONPES (2017) el cual indica que la cantidad de residuos orgánicos en el país es del 61%; por su parte el

ministerio de medio Ambiente y Desarrollo (2004), le atribuye el 65%, mientras que otros estudios sugieren que en Colombia se genera alrededor del 81% de residuos sólidos orgánicos (Jaramillo & Zapata, 2008). En este sentido se constata que en efecto, la generación de residuos sólidos orgánicos provenientes de actividades domésticas y/o comerciales como en este caso, constituyen un porcentaje importante que no es para nada despreciable y por el contrario debe ser manejado de la manera más adecuada, ya que según el informe de aprovechamiento de la SSPD (2016), hay un déficit en este sentido, ya que solo se logra aprovechar el 17% del total generado en el País.

- La implementación de la lombricultura es una alternativa ecológicamente viable para el manejo de residuos sólidos orgánicos en pequeñas comunidades, ya que constituye una técnica sencilla, siempre y cuando se cuente con la capacitación adecuada, necesita de baja inversión, alta rentabilidad y buen manejo de mercadotecnia si es el caso, siempre y cuando se tenga en cuenta las condiciones necesarias para su implementación, comenzando por la aceptación de las comunidades, la clasificación y separación de residuos en la fuente y la asesoría técnica para el proceso operativo del lombricompostaje, a partir del cual se establecen las condiciones óptimas para el funcionamiento, tales como el suministro alimenticio, la humedad, temperatura el pH, entre otros. Como resultado las comunidades comprenden la necesidad implícita en el manejo de los residuos e incluso pueden hacer de esta práctica una fuente de ingreso económico o mejora de sus cultivos y/o jardines (zonas urbanas) a partir del uso de los residuos orgánicos aprovechables al mismo tiempo que contribuyen a la conservación del medio ambiente a través de la disminución directa de impactos ambientales de gran relevancia como son los Gases de Efecto invernadero (GEI) generados por la descomposición de materia orgánica en los

rellenos sanitarios, además de favorecer el tiempo de vida útil de estos sitios de disposición final.

- A partir de los resultados obtenidos mediante el proceso de seguimiento y observación , además de la cosecha de lombrices y lombricompost o humus de lombriz se pudo evidenciar que tal como lo menciona Duran & Henríquez (2009), el crecimiento y reproducción de la lombriz *E. foetida* están directamente relacionados con el tipo de sustrato en el cual vive y se desarrolla; ya que el tipo de sustrato en que crecen las lombrices influye tanto en el peso como en su reproducción, para lo cual parece existir una relación inversa entre ambas variables: lombrices de mayor peso se relacionaron con menores tasas de reproducción. Por lo cual, no es correcto generalizar sobre valores de sobrevivencia, desarrollo y reproducción sin indicar el tipo de sustrato utilizado.
- La cantidad o población de lombrices inoculadas en el medio (pie de cría) son un factor importante que afecta la velocidad de transformación de la materia prima en humus, del mismo modo, se debe evitar saturar de lombrices las camas, ya que esto impide el desarrollo adecuado de estas y por ende su reproducción. Esto sumando, implica, una relación directamente proporcional a la cantidad de suministro alimenticio, el cual debe ir aumentado de manera progresiva con respecto a su tiempo de operación, debido al proceso de reproducción de la lombriz. Del mismo modo, las condiciones de Humedad, pH, Temperatura y luz son esenciales para el desarrollo adecuado de la lombriz y la producción de humus, por lo cual se ratifican los valores sugeridos por Díaz (2002), en la Guía de lombricultura de la Agencia de Desarrollo Económico y comercio Exterior Municipio Capital de La Rioja ADEX, ya que durante el proceso operativo se registraron en promedio valores de humedad que oscilan entre el 70% y 74%, Temperatura promedio

de 23°C y pH entre 7 y 7,4. Condiciones mediante las cuales se evidencio un desarrollo favorable del lombricultivo.

- Los resultados sugieren que el tipo de materia prima utilizada para la elaboración del humus determinó en mucho las características finales del abono. El tipo de alimento y/o sustrato además de la forma del suministro es de suma importancia no solamente para el desarrollo óptimo del lombricultivo, sino también influye de manera directa en la composición química del abono o humus obtenido como resultado. Lo anterior es relevante debido a que si se desea un abono orgánico con concentraciones altas de elementos específicos debe tenerse en cuenta el sustrato; se observó que la mayoría de los parámetros caracterizados a partir del análisis de laboratorio se encuentran dentro de lo establecido por la norma NTC 5167, Por otra parte son congruentes con los valores reportados en otros estudios realizados previamente por autores como Duran & Henríquez (2007) y Muñoz, Dorado & Pérez (2015), donde se evalúa el Vermicompost a partir de diferentes sustratos entre los cuales se encuentran los residuos domésticos, que en este caso nos compete como objeto de estudio. De tal manera que se visualiza la lombricultura como una alternativa ecológicamente beneficiosa, ya que se reduce la cantidad de desechos con destino al vertedero, y se obtiene un producto de mayor valor agregado que sirve como enmienda para suelos agrícolas, con la ventaja de que no hay límite en la cantidad que se utilice para este fin.
- La Política Nacional de Educación Ambiental establece los objetivos, lineamientos de política y resultados esperados en la formación y fortalecimiento de la ciudadanía que requiere el desarrollo sostenible ambiental nacional. En este sentido, la educación y sensibilización de la comunidad Sector Balneario la Danta, es uno de los factores

principales para la socialización e implementación de proyectos ecológicamente viables como el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a partir de la lombricultura, dando respuesta a los vacíos de información que existen en las temáticas de manejo ambiental principalmente en el tema de residuos, la cual se pudo evidenciar a través de la FASE I. de caracterización ambiental, mediante la aplicación de las Encuestas y la caracterización de los residuos generados en el sector.

- Finalmente, este trabajo, permitió brindar las herramientas técnicas y operativas necesarias para la adopción de la lombricultura como una alternativa agroecología sostenible en respuesta a la problemática del manejo inadecuado de residuos sólidos en el municipio, principalmente en sectores tan importantes como la zona turística en la rivera del río Manaure.

## 10. Recomendaciones

- Se recomienda en próximos estudios tener en cuenta complementar el suministro de alimento de residuos sólidos orgánicos, para el lombricultivo con estiércol preferiblemente equino ya que este es considerado una fuente importante de nitrógeno favorable y carece de exceso de gases ( $\text{CH}_4$ ) generados por procesos de digestión como el realizado por el ganado vacuno, sin embargo este último también puede utilizarse como complemento para la alimentación de la lombriz, realizando una aireación y enfriamiento (10 días aprox.) para evitar la muerte de las lombrices.
- La alimentación de las camas debe realizarse de manera periódica teniendo en cuenta la observación directa de las camas y el volteo de estas como mínimo cada 15 días, para evitar la compactación de los residuos. Por otra parte la trituración de los residuos orgánicos es importante ya que esto facilita la digestión por parte de la lombriz y favorece los procesos de descomposición y transformación de los residuos más rápidamente.
- Realizar revisiones periódicas con frecuencia (cada 3 días) en temporadas de verano para evitar la resequedad realizando un control de humedad en las camas, según el porcentaje recomendado por la información técnica, (65% a 80%) mediante la aplicación del riego uniforme a las camas evitando encharcamiento y contaminación del medio, que favorezca la proliferación de vectores, pupas u otros microorganismos que afecten el desarrollo óptimo de la lombriz.
- Es necesario controlar el exceso de residuos provenientes de cítricos, ya que estos pueden acidificar las camas y provocar la muerte de las lombrices.

## Bibliografía

- Aguilar, R., Valiente, Y., Oliver, D., Franco, C., Diaz, F., Méndez, F., & Luna., C. (2018). Inadecuado uso de residuos sólidos y su impacto en la contaminación ambiental. *SCIENDO* Vol. 21 núm. 4, 401- 407. Recuperado de <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/2202>
- Anónimo (14/03/2018) Parque Agroecológico “Boquerón Recicla”, una iniciativa que convierte la basura en una oportunidad de emprendimiento. *La Calle.* Recuperado de: <https://semanariolacalle.com/parque-agroecologico-boqueron-recicla-una-iniciativa-que-convierte-la-basura-en-una-oportunidad-de-emprendimiento/>
- Arguello, H., (1991). La descomposición de la materia orgánica y su relación con algunos factores climáticos y micro climáticos. *Agronomía de Colombia* Vol. 8. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/24027/1/21129-71663-1-PB.pdf>
- Berriel, M. d., Virgen, Q. A., González, P. T., Morra, R. L., Urzola, M. E., Benavides, L. M., & Delgado., O. B. (2016). Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. *Revista Internacional Contaminación Ambiental* Vol. 32 (Especial Residuos Sólidos), 11- 22. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/312578317\\_Generacion\\_y\\_composicion\\_de\\_los\\_residuos\\_solidos\\_urbanos\\_en\\_America\\_latina\\_y\\_el\\_caribe](https://www.researchgate.net/publication/312578317_Generacion_y_composicion_de_los_residuos_solidos_urbanos_en_America_latina_y_el_caribe)
- Congreso de Colombia. Ley 99 de 1993. Recuperado el 04 de Febrero del 2019 de: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/Normativo/1993-12-22-ley-99-crea-el-sina-y-mma.pdf>
- CONPES 3874 (2016). Política Nacional de Residuos Sólidos. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3861.pdf>
- DANE. (2017). Cuenta Satélite Ambiental Colombia. *Cuenta Ambiental y Económica de Flujo de Materiales\_ Cuenta de Residuos Sólidos.* Recuperado de : [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas\\_ambientales/cuenta\\_s-residuos/Presentacion-Cuenta-Residuos-2015p.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuenta_s-residuos/Presentacion-Cuenta-Residuos-2015p.pdf).
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1992). Recuperado de <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>
- Diaz, E. (2002). Guía de Lombricultura, de la Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior Municipio Capital de Rioja ADEX. La Rioja.



- EARTH Green SAC Colombia. Normatividad manejo de residuos orgánicos en Colombia. Recuperado el 10 de febrero del 2018 de: <http://www.earthgreen.com.co/descargas/Normatividad.pdf>
- Henao, G. J., & Márquez, L. M. (2008). Aprovechamiento de Residuos Sólidos en Colombia (Tesis de especialización) Universidad de Antioquia, Medellín. Recuperado de <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/handle/10495/45>
- INCONTEC (2011) NTC 5161 segunda actualización productos para la industria agrícola. productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo.
- Instituto Colombiano De Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC. (2009). Norma Técnica Colombiana GTC 24. Gestión Ambiental. Residuos Sólidos. Guía para la Separación en la fuente. Colombia. Recuperado el 05 de febrero del 2019 de: <https://e-collection-icontec-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/pdfview/viewer.aspx?locale=es-419&Q=24DC37F72FE89E00DF65997B202CF0D1&Req>
- J.S. Singh, S. G. (1997). Descomposición de plantas y respiración del suelo en Ecosistemas Terrestres. La Revista Botánica Vo. 43, núm. 4, <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02860844>.
- Manaure Balcón del Cesar. (10 de 11 de 2011). Recuperado de Manaure en Colombia: <http://manaurebaldndelcesar.blogspot.com/2011/11/ubicacion.html>
- Materia orgánica y actividad biológica. (2017). Recuperado el 06 de Marzo del 2019 de: <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag104576/1.%20Materia%20org%C3%A1nica%20y%20actividad%20biol%C3%B3gica.pdf>
- Ministerio de Ambiente. República de Colombia. (1998). Política para la Gestión Integral de Residuos. Recuperado el 06 de Febrero del 2019 de: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Polit%C3%ACas\\_de\\_la\\_Direcci%C3%B3n/Pol%C3%ADtica\\_para\\_la\\_gesti%C3%B3n\\_integral\\_de\\_\\_1.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Polit%C3%ACas_de_la_Direcci%C3%B3n/Pol%C3%ADtica_para_la_gesti%C3%B3n_integral_de__1.pdf)
- Ministerio de Vivienda y Desarrollo Sostenible. (2016). Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Territorial del Cesar 2032. Recuperado el 22 de marzo del 2019 de: [http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/aproximacion\\_al\\_territorio/Cesar\\_pag\\_ind.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/aproximacion_al_territorio/Cesar_pag_ind.pdf)


- Ministerio de Vivienda y Desarrollo Sostenible. (2017). Guía De Planeación Estratégica Para El Manejo De Residuos Sólidos De Pequeños Municipios En Colombia. Recuperado el 20 de Febrero del 2019 de: <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20de%20Manejo%20de%20Residuos%202017.pdf>
- Mora, C.A., Berbeo. M. L., (2010). Manual De Gestión Integral De Residuos. Instituto Nacional de Salud. República de Colombia. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/manual-gestion-integral-residuos.pdf>
- Muñoz, J., Dorado, J., & Pérez, E. H. (2015.). Sistemas de Compostaje y Lombricompostaje aplicado en residuos organicos de una galeria Municipal. Suelos Ecuatoriales 45(2), 72-83. Recuperado de [http://unicauca.edu.co/revistas/index.php/suelos\\_ecuatoriales/article/view/20](http://unicauca.edu.co/revistas/index.php/suelos_ecuatoriales/article/view/20)
- Ojeda, S., Lozano, G., Quintero, M., & C., W. K. (2008). Generación de Residuos sólidos Domiciliarios por periodo Estacional: El caso de una ciudad mexicana. Instituto de Ingeniería. Universidad Autónoma de Baja California. Recuperado de <http://www.redisa.net/doc/artSim2008/gestion/A26.pdf>
- Sáenz, A., Urdaneta, G., & A., J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Omnia Vol. 20. núm. 3, pp. 121-135. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>
- Sistema Nacional de Gestión Del riesgo De Desastres. UNGRD. (2016). Colombia. Programa de Gestión para el manejo integral de residuos. Recuperado el 10 de febrero del 2019 de: [http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Lineamientos\\_Int/PRO-1300-SIPG-01\\_Manejo\\_Integral\\_de\\_Residuos-V5.pdf](http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Lineamientos_Int/PRO-1300-SIPG-01_Manejo_Integral_de_Residuos-V5.pdf)
- SSPD. (2017). Informe Nacional de Aprovechamiento. Recuperado de Informe Nacional de Aprovechamiento2016: <file:///C:/Users/Acer/Desktop/PROYECTO%20DE%20GRADO/22.%20Informa%20de%20Aprovechamiento%20187302.pdf>
- SSPD. (2018). Informe Nacional de Aprovechamiento. Recuperado de Informe Nacional 2017: <file:///C:/Users/Acer/Desktop/PROYECTO%20DE%20GRADO/22.%20Informa%20de%20Aprovechamiento%20187302.pdf>

Unidad Administrativa Especial de Servicios públicos - UASEP. (2014). Guía técnica para el Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a través de compostaje y lombricultura. Recuperado de [http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)

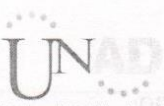
Universidad de Alcalá. (1995). El Estudio de los Residuos. Definiciones, Tipologías, Gestión y Tratamiento. Recuperado de <https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/1037/El%20Estudio%20de%20los%20Residuos.%20Definiciones%2C%20Tipolog%C3%ADas%2C%20Gesti%C3%B3n%20y%20Tratamiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## Anexos

### A. Formato de Encuestas

 Universidad Nacional Abierta y a Distancia	<b>MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL SECTOR TURISTICO</b> <b>COMERCIAL "BALNEARIO LA DANTA" EN EL MUNICIPIO DE MANAURE BALCÓN DEL CESAR</b> <b>ENCUESTA DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS BALNEARIO LA DANTA MUNICIPIO MANAURE CESAR</b>	<b>CÓDIGO:</b> F-7-9-1
		<b>VERSIÓN:</b> 06/04/2019
		<b>PÁGINAS:</b> Página 1 de 2

FECHA: 06/04/2019	
NOMBRE ESTABLECIMIENTO COMERCIAL: Restaurant La Danta	
PROPIETARIO/ RESPONSABLE: Alvaro Daza Sanchez I.D. 5092066	
PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA
1. ¿A qué tipo de actividad se dedica su establecimiento?	¿Cuál? Restaurant
2. ¿Cuáles son los días en la semana en los que más se generan residuos?	Domingo
3. ¿Con qué Frecuencia le realizan la recolección de residuos?	Cada 8 días.
4. ¿Cerca de su establecimiento hay contenedores específicos para clasificar y depositar los residuos?	a. Si <input checked="" type="checkbox"/> ¿Cuantos? 1 No Clasifica. b. No
5. ¿Qué tipo de residuos genera en su establecimiento con mayor frecuencia?	a. Orgánico <input checked="" type="checkbox"/> b. Inorgánico
6. ¿Clasifican de alguna manera los residuos?	a. Si <input checked="" type="checkbox"/> Qué tipo de material clasifican: Desperdicios de alimentos y desechos orgánicos <input checked="" type="checkbox"/> Vidrio <input checked="" type="checkbox"/> Papel y cartón <input checked="" type="checkbox"/> Plástico <input checked="" type="checkbox"/> Pilas y baterías <input checked="" type="checkbox"/> Envases metálicos o de aluminio <input checked="" type="checkbox"/> b. No
7. ¿Cómo eliminan las basuras en el establecimiento?	La recogen los servicios del aseo <input checked="" type="checkbox"/> La tiran a un río, quebrada, caño o laguna <input checked="" type="checkbox"/> La tiran a un patio, lote, zanja o baldío <input checked="" type="checkbox"/> La queman <input checked="" type="checkbox"/> La entierran <input checked="" type="checkbox"/> La recoge un servicio informal (zorra, carreta, etc.) <input checked="" type="checkbox"/>
8. ¿Utiliza algún método para reducir la generación de residuos?	a. Si <input checked="" type="checkbox"/> ¿Cuál? Compostaje b. No
9. Ha recibido información sobre el adecuado manejo de los residuos sólidos.	a. Si <input checked="" type="checkbox"/> ¿De quién? <input checked="" type="checkbox"/> b. No

 UNAD Universidad Nacional Abierta y a Distancia	<b>MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL SECTOR TURISTICO COMERCIAL "BALNEARIO LA DANTA" EN EL MUNICIPIO DE MANAURE Balcón del Cesar</b>	<b>CÓDIGO:</b> F-7-9-1
	<b>ENCUESTA DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS BALNEARIO LA DANTA MUNICIPIO MANAURE CESAR</b>	<b>VERSIÓN:</b> 06/04/2019
	<b>PÁGINAS:</b> Página 2 de 2	

10. Conoce algún método de aprovechamiento de residuos orgánicos.	a. Si <input checked="" type="checkbox"/> b. No <input type="checkbox"/>
11. Utiliza algún método de aprovechamiento de residuos orgánicos	a. Si <input checked="" type="checkbox"/> Cuál <u>Compostaje</u> b. No <input type="checkbox"/>
12. ¿Conoce usted si en su municipio existe alguna entidad dedicada al aprovechamiento de residuos orgánicos?	a. Si <input type="checkbox"/> Cuál <input type="checkbox"/> b. No <input checked="" type="checkbox"/>
13. ¿Realiza alguna práctica para la conservación y preservación del recurso hídrico en este sector?	a. Si <input checked="" type="checkbox"/> Cuál <u>Compostaje</u> b. No <input type="checkbox"/>
14. ¿Considera que su actividad comercial contamina de alguna manera el medio ambiente?	a. Si <input checked="" type="checkbox"/> c. No <input type="checkbox"/> ¿Por qué? <u>Por contaminación</u>
15. ¿Le gustaría que se implementara algún método para el manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos generados?	a. Si <input checked="" type="checkbox"/> b. No <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES:	

ALVARO DAZA

RESPONSABLE DEL ESTABLECIMIENTO

Estudiantes:

MARIA ALEJANDRA JIMENEZ

ROSARIO DIAZ PICO



## B. Formato Caracterización e Residuos Solidos

[illegible]

## C. Formato Bitácora de Seguimiento


UNAD Universidad Nacional Abierta y a Distancia	MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL SECTOR TURISTICO COMERCIAL "BALNEARIO LA DANTA" EN EL MUNICIPIO DE MANAURE BALCÓN DEL CESAR					CÓDIGO: 03			
	FECHA	No DE COMPOSTERA	TIPO DE RESIDUO ORGANICO	PESO DEL SUMINISTRO (kg)	HUMEDAD	TEMPERATURA	pH	LIXIVIADOS (L)	RIEGO/OBSERVACIONES
26/05/2019	1	Domestico comestible	16	75%	24°C	7.4	—	—	1 vez x Sem
25/05/2019	2	Domestico comestible	16	68%	23.5°C	7.8	—	—	1 vez x Sem
03/06/2019	1	Domestico comestible	10	72%	22°C	7.1	0.5	0.5	3 veces x Sem
03/06/2019	2	Domestico comestible	10	72%	21°C	7.0	0.3	0.3	2 veces x Sem
04/06/2019	1	Domestico comestible	13	70%	21°C	7.6	0.8	0.8	2 veces x Sem
04/06/2019	2	Domestico comestible	13	75%	22°C	7.7	1	1	3 veces x Sem
16/06/2019	1	Domestico comestible	12	66%	22°C	8.1	1.2	1.2	3 veces x Sem
16/06/2019	2	Domestico comestible	12	66%	23°C	7.1	1.5	1.5	3 veces x Sem
23/06/2019	1	Domestico comestible	14	70%	24°C	7.3	2.0	2.0	3 veces x Sem
23/06/2019	2	Domestico comestible	13	70%	20°C	6.9	2.1	2.1	2 veces x Sem
30/06/2019	1	Domestico comestible	13.5	72%	21.6°C	7.8	2.0	2.0	3 veces x Sem
30/06/2019	2	Domestico comestible	13.5	72%	22°C	7.0	2.5	2.5	3 veces x Sem
07/07/2019	1	" "	10	78%	23°C	7.9	2.7	2.7	2 veces x Sem
07/07/2019	2	" "	10	68%	23°C	7.8	2.8	2.8	2 veces x Sem
14/07/2019	1	" "	16	65%	24.2°C	7.7	3	3	3 veces x Sem
14/07/2019	2	" "	15	71%	21°C	8.2	3.3	3.3	3 veces x Sem
21/07/2019	1	" "	13.5	80%	21°C	7.5	3	3	2 veces x Sem
21/07/2019	2	" "	13.5	75%	23°C	8.0	3	3	2 veces x Sem
28/07/2019	1	" "	11	72%	22°C	8.0	0.5	0.5	3 veces x Sem
28/07/2019	2	" "	11	73%	21°C	7.4	1	1	3 veces x Sem

Observaciones

CS Scanned with CamScanner

2 days like  
- 2 days like  
- 2 days like



 Universidad Nacional Abierta y a Distancia	MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL SECTOR TURISTICO COMERCIAL "BALNEARIO LA DANTA" EN EL MUNICIPIO DE MANAURE BALCÓN DEL CESAR					CÓDIGO: 03		
	BITACORA DE OPERATIVIDAD Y MONITOREO DEL PROCESO DE LONBRICOMPOSTAJE DE RESIDUOS ORGANICOS EN EL SECTOR "BALNEARIO LA DANTA"					PÁGINAS: 1 de 1		
FECHA	No DE COMPOSTERA	TIPO DE RESIDUO ORGANICO	PESO DEL SUMINISTRO (kg)	HUMEDAD	TEMPERATURA	pH	LIXIVIADOS (L)	RIEGO/OBSERVACIONES
04/08/2019	1	Domestico comercial	14	74%	20°C	7.3	2.	3 veces x Sem.
04/08/2019	2	Domestico comercial	14	65%	20°C	6.9	2.5	3 veces x Sem.
11/08/2019	1	Domestico comercial	15	72%	21°C	7.1	2.8	2 veces x Sem.
11/08/2019	2	Domestico comercial	15	66.5%	23.9°C	7.5	3.0	2 veces x Sem.
18/08/2019	1	"	12	69%	23.7°C	7.3	3.5	3 veces x Sem.
18/08/2019	2	"	12	58.7%	25.1°C	7.3	4.	3 veces x Sem.
25/08/2019	1	"	16	64.1%	25.8°C	7.1	4.2	3 veces x Sem.
25/08/2019	2	"	16	70%	25.2°C	7.7	3.8	2 veces x Sem.
01/09/2019	1	"	10	77%	23°C	7.3	3.	2 veces x Sem.
01/09/2019	2	"	10	65%	23°C	7.9	2.	2 veces x Sem.
08/09/2019	1	"	15	75%	22°C	7.8	3.2	2 veces x Sem.
08/09/2019	2	"	15	71%	22°C	7.6	3.8	2 veces x Sem.
15/09/2019	1	"	12	76%	21°C	8.1	4.5	3 veces x Sem.
15/09/2019	2	"	13	76%	21°C	7.8	4.2	3 veces x Sem.
22/09/2019	1	"	2.8	80%	21°C	7.5	4.7	2 veces x Sem.
22/09/2019	2	"	2.8	80%	25.7°C	7.1	4.8	2 veces x Sem.
29/09/2019	1	"	18	78%	20°C	8.3	4.5	2 veces x Sem.
29/09/2019	2	"	18	78%	23.7°C	7.7	4.	2 veces x Sem.
06/10/2019	1	"	16.5	77%	24°C	8	4.8	2 veces x Sem.
06/10/2019	2	"	16.5	72%	24°C	7.6	5.	2 veces x Sem.


Observaciones

Scanned with

seguir con la  
regulación



## D. Resultado del análisis de Laboratorio Certificado Lombricompost o humus



**agrosoil** LAB  
con ciencia por el agro

Registro ICA para control de calidad de fertilizantes:  
Resolución 002124 de Julio 16 de 2012

Bogotá, D. C.      29 de noviembre de 2019

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**  
**PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS USADOS COMO ABONO O FERTILIZANTES Y ENMIENDAS DE SUELO**

Nombre de la muestra: **ABONO ORGANICO A BASE DE RESIDUOS ORGANICOS - VERMIPOST**  
 Lote N°: **001 / fecha de formulación 08-11-2019**  
 Propietario: **ROSARIO DIAZ PICO**  
 N° de Laboratorio: **29785**  
 Fecha de Ingreso: **2019-11-18**  
 Fecha de expedición de los resultados: **2019-11-29**

**Resultados de Análisis**

Aspecto de la muestra: **Sólido de color café oscuro, con presencia de material vegetal y material rocoso con pequeñas partículas de color gris claro.**

Parámetro Evaluado	Concentración	Unidad	Metodología Analítica de Referencia
Nitrógeno Total (N)	1.02	%	Kjeldahl - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Nitrógeno Amoniacal (N)	-	-	-
Nitrógeno Nitrato (N)	-	-	-
Nitrógeno Nitrítico (N)	-	-	Colorimétrico - Método Interno LBQ-MEO-016
Fósforo total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.77	%	-
Fósforo Asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	-	-	Colorimetría - Norma Técnica Colombiana NTC 234 y NTC 5167
Fósforo Soluble en Agua (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	-	-	-
Carbono Orgánico Total Oxidable (C)	9.77	%	Walkley Black - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Relación C/N	9.58	%	Por cálculo matemático
Potasio Total (K <sub>2</sub> O)	1.64	%	-
Calcio Total (CaO)	2.73	%	-
Magnesio Total (MgO)	0.76	%	-
Hierro Total (Fe)	1.47	%	Absorción Atómica - Norma Técnica Colombiana NTC 1369 y NTC 5167
Cobre Total (Cu)	0.003	%	-
Manganeso Total (Mn)	0.04	%	-
Zinc Total (Zn)	0.02	%	-
Sodio Total (Na)	0.08	%	Absorción Atómica - Norma Técnica NTC 5167
Molibdeno X (Mo)	-	-	Absorción Atómica - Norma Técnica Colombiana NTC 1369
Metales Pesados X	-	-	Absorción Atómica - Norma Técnica NTC 5167
Silicio Total (SiO <sub>2</sub> )	39.96	%	Absorción Atómica - Norma Técnica NTC 5167
Residuo Insoluble en Ácido	61.72	%	Gravimetría - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Boro X (B)	-	-	Colorimetría - Norma Técnica Colombiana NTC 1860 y NTC 5167
Azufre X (S)	-	-	Turbidimetría - Norma Técnica Colombiana NTC 1154
pH (Sh 10 %)	8.33	-	Potenciométrico - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Densidad Real	1.013	g/cm <sup>3</sup>	Gravimetría - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Densidad a 20 °C	-	-	Método Interno LBQ-MEO-004
Humedad (70°C)	5.89	%	Gravimetría - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Retención de Humedad	-	-	Gravimetría - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Capacidad de Intercambio Catiónico	-	-	Acetato de Amonio 1N pH 7 - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Porcentaje de Cenizas (700°C)	67.54	%	Calcinción - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Pérdidas por Volatilización	26.57	%	Cálculo matemático a partir de la Humedad y las Cenizas - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Conductividad Eléctrica (Relación 1:200)	0.15	dS/m	Conductímetro - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Carbonatos	-	-	Volumetría - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Sólidos Insolubles en Agua	-	-	Gravimétrico - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Solubilidad en Medio Alcalino	-	-	Gravimétrico - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Carbono del Extracto Húmico Total (CEHT)	-	-	-
Carbono de Ácidos Húmicos (CAH)	-	-	Walkley Black - Norma Técnica Colombiana NTC 5167
Carbono de Ácidos Fúlvicos (CAF)	-	-	-
Otro:	-	-	-


**Notas:**

- Los resultados emitidos son totales en base húmeda - excepto la densidad que se reporta en base seca - y corresponden al análisis de una muestra enviada por el interesado, AGROSOIL LAB no certifica lote alguno, por cuanto no intervino en la toma de la misma.
- Apreciado cliente, usted tiene 60 días calendario a partir de la fecha de emisión del certificado para realizar observaciones a estos resultados, si en este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; AGROSOIL LAB asume su conformidad con la información aquí consignada.

**YESIKA ALMANZA JIMÉNEZ**  
PQ-06666  
Analista Químico

**AURA MARCELA NIÑO RODRIGUEZ**  
Química PQ 2088  
Director Técnico de Laboratorio

LBQ-FI-006 / VI AMNR  
2017-06-30



Scanned with CamScanner

# E. Listados de Asistencia jornadas de sensibilización y educación ambiental

UN Universidad Nacional Bogotá, Colombia		MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL SECTOR TURÍSTICO COMERCIAL "BALNEARIO LA DANTA" EN EL MUNICIPIO DE MANAURE Balcón del Cesar				CÓDIGO: 04 PÁGINAS: 1 de 1	
FORMATO DE ASISTENCIA - JORNADA DE EDUCACION AMBIENTAL Y SENSIBILIZACION							
Fecha del Evento: 25/05/2019		Organizadores: Rosane Diaz, Maria Alejandra Jarama					
No.	No. de Documento	Nombre y Apellido	Establecimiento	Actividad economica	Cargo/ocupacion	Telefono	
1	50920066	ALVARO DAZA	La Esmeralda	Restaurante		3028346291	
2	49755225	Fernanda Jara	Barco Nivala	Restaurante	Amadora	3117600958	
3	6890079	Gladys Hernandez	La Negra	Restaurante	Amadora		
4		Miguel Contreras	Estancia Mirena	Estadero			
5		Viviana Chinchilla	Barrio del Rio	Restaurante	enfermera	3145389259	
6		Jefferson Jarama	Heliconia	Restaurante			
7	49872072	Rafael Jarama	Barrio de Manure	Estadero			
8		Rodrigo Gomez	La Danta	Restaurante			
9							
10		Solmeris Ardila		Estadero			
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							



UN Universidad Nacional		MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL SECTOR TURISTICO COMERCIAL "BALNEARIO LA DANTA" EN EL MUNICIPIO DE MANAURE BALCÓN DEL CESAR				CÓDIGO: 04 PÁGINAS: 1 de 1	
Fecha del Evento: 30/11/2019		FORMATO DE ASISTENCIA - JORNADA DE EDUCACION AMBIENTAL Y SENSIBILIZACION					
No.	No. de Documento	Nombre y Apellido	Organizadores:	Actividad economica	Cargo/ocupacion	Telefono	
1	49687091	Gregorio Chinchilla	M. lino manure	Estadista	vendedor	3156411124	
2	5092066	Hilario Daza	la exalta	Restaurante		308346291	
3	4975525	Renata Pizarro	Patro M'alla	Restaurante	Amo de casa	3117600958	
4	26870279	Glady Penaranda	la Negra	Restaurante	Amo de casa		
5		Michael Contreras	Estero Manure	Estadista	vendedor		
6		Vanessa Chinchilla	Bras del R	Restaurante		3145789259	
7		Jefferson Sierra	Belicanto El R	Restaurante			
8	49872072	Liberto	Bras de manure	Estadista	vendedor		
9		Rodrigo Gómez	La Danta	Restaurante			
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							



## f. Evidencia fotográfica

Aplicación de la Encuesta	Caracterización de residuos	Construcción de las camas
 	 	 
Adecuación del lugar	Acondicionamiento de las camas e inoculación del pie de cría.	Recolección pesaje y trituración de residuos para el suministro
 		 
 	 	 
Control y seguimiento de parámetros	Proceso de mantenimiento y control	Cosecha de Humus y lombrices
 	 	 
 	 	 
Muestras para laboratorio	Jornada de Educación Ambiental	
 	  	

